Chem. 199u Lehmann

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Physiologische Chemie.

Erster Band.

Lehrbuch

der

Physiologischen Chemie.

Von

Dr. C. G. Lehmann,
Privatdocenten an der Universität zu Leipzig.

Erster Band.

Leipzig,
Verlag von Wilh. Engelmann.

Rotterdam, bei Adolph Baedeker.
1842.

68.D.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Bei dem Streben der neuern Physiologen und Pathologen, die physischen Veränderungen und Gesetze im belebten Körper zu erforschen, sind die chemischen Erscheinungen im Organismus keineswegs unberücksichtigt geblieben; wir brauchen nicht erst die Männer namhaft zu machen, welche auch den chemischen Processen im Thierkörper ihre Aufmerksamkeit gewidmet haben; sind es doch zum Theil die Koryphäen der Wissenschaft. Indessen hat hie und da unter den ausgezeichnetsten Physiologen und Aerzten die Chemie nicht die Würdigung gefunden, die sie wohl nach ihrer jetzigen Stellung unter den Naturwissenschaften verdiente. Die Chemie hat zwar erst in den letzten Decennien als Wissenschaft einen gewaltigen Aufschwung genommen: allein schon dürfte sie im Stande sein, der Physiologie und Medicin die Aufschlüsse zu geben, die einst ein *Sylvius* vergeblich von ihr erwartete. Dem Chemiker, dem Physiologen und Arzte ist somit ein neues, fruchtbares Feld eröffnet, an dessen Bearbeitung sich bereits viele Kräfte mit Glück versucht haben; und doch hat man hie und da dessen Fruchtbarkeit bezweifelt. Zuweilen erwartete

man schon Früchte, die selbst dieser ergiebige Boden noch nicht zur Reife bringen konnte; auch wählte man wohl nicht immer die richtige Bearbeitungsweise und sammelte demnach nicht die Früchte, die bei genauerer Berücksichtigung aller Verhältnisse wohl hätten gewonnen werden können. Aerzte verlangten eine vollständige Pathochemie, ohne dass die physiologische Chemie einigermassen systematisch behandelt gewesen wäre; man untersuchte Krankheitsproducte, ohne die chemischen Stoffe und Vorgänge im gesunden Körper hinlänglich zu kennen; man baute zuweilen chemisch-pathologische Theorien, ohne das Thatsächliche im gesunden Körper erforscht zu haben. Hatte man aber auch, zum Theil in zu hochgestellten Erwartungen getäuscht, oder durch Missverständniss auf mannigfache Abwege verleitet, sich davon abschrecken lassen, die physiologische Chemie mit Ausdauer zu bearbeiten: so haben doch viele Naturforscher nicht die Hoffnung aufgegeben, die reichlichsten Früchte, für Physiologie und Medicin aus der Erforschung der chemischen Processe im Thierkörper zu ernten. Viele ausgezeichnete Männer, in der Erforschung andrer Disciplinen der allgemeinen Naturwissenschaft bewährt, stehen darum nicht ab, auch den so verwickelten, chemisch-vitalen Vorgängen ihre Aufmerksamkeit, ihre Kräfte zu widmen. Die Wahrheit im Auge, dass auch die organische Materie nicht ausser dem Gesetze der Affinität sei, hat der Verfasser vorliegenden Werks es unternommen, sich den Bemühungen jener Männer anzuschliessen, hat er versucht, in folgenden Bogen eine ei-

genthümliche Bearbeitungsweise der physiologischen Chemie zu liefern, indem er die Disciplin selbst nach einem gewissen Systeme behandelte, und nach demselben Systeme die hier niedergelegten Versuche anstellte.

Während es *Berzelius* reger Thätigkeit und bekanntem Scharfsinn gelang, die Zoochemie zu einem mehr geordneten Ganzen, zu einer eignen Disciplin zu erheben · suchte *Hünefeld* unermüdlich die Chemie in ihrem Bezug auf organische Processe nach allen Richtungen hin auszubilden; er erfasste die physiologische Chemie vielleicht am richtigsten, indem er nicht nur die im belebten Körper vorkommenden Stoffe an sich, sondern auch ihr Verhalten zum allgemeinen Organismus berücksichtigte. In neuerer Zeit hat auch insbesondre *Fz. Simon*, ein tüchtiger Forscher, durch Wiederholung und kritische Beleuchtung der bisher bekannt gewordenen Data, so wie durch mehrere neue Untersuchungen den festen Grund zu einer physiologischen Chemie gelegt; die Zusammenstellung dieser dankenswerthen Untersuchungen möchte aber mehr eine Zoochemie, als eine physiologische oder medicinische Chemie zu nennen sein; denn zu einer physiologischen Chemie gehört wohl nicht blos die Kenntniss der physischen und chemischen Eigenschaften aller im Thierkörper vorkommenden Stoffe, sondern auch die Erforschung aller Verhältnisse, die zwischen den einzelnen Stoffen und der allgemeinen thierischen Oekonomie obwalten. Die Zoochemie, d. i. die Kenntniss der chemischen Bestandtheile des Thierkörpers, verhält sich zur physiologischen Chemie, wie die Anatomie zur Physiolo-

gie; ohne Anatomie ist keine Physiologie denkbar, und so gewiss auch keine physiologische Chemie ohne Zoochemie. So unerlässlich nothwendig die Zoochemie zur Erforschung der chemischen Processe im Thierkörper ist, so wird sie darum noch nicht zur physiologischen Chemie; sie ist an sich noch nicht dem Bedürfniss ausreichend, und selbst den Physiologen und Aerzten wenig geniessbar; denn es fehlt ihr die directe Relation auf physiologische und pathologische Processe. Die physiologische Chemie erhält erst dadurch einen Werth für den Physiologen und Arzt, dass jede einzelne, chemisch ausscheidbare Substanz in ihrem Bezug auf den ganzen Organismus, in ihrem Einfluss auf das Allgemeinleben gewürdigt, und jeder chemische Process in seinem Zusammenhange mit dem Dynamischen im Organismus zu näherm Verständniss gebracht werde. Nur unter diesem Gesichtspunkte kann die physiologische Chemie der Physiologie wahrhaft nützen, und die Pathologie vor Hypothesen bewahren, die wohl auch jetzt noch zuweilen, wie zu *Sylvius'* Zeiten, auf einen missverstandenen Chemismus gegründet werden.

Dieser Ansicht von der physiologischen Chemie zufolge ist in vorliegendem Werke eine vorläufige Darlegung der Resultate vorausgeschickt worden, zu welchen der Verfasser im Bezug auf den im belebten Körper waltenden Chemismus überhaupt und insbesondre rücksichtlich der Genesis der organischen Substrate aus chemischem Gesichtspunkte gelangt ist. Erst nachdem so ein allgemeines Bild von dem im Pflanzen- und Thierkörper

vorgehenden Metamorphosen aufgestellt worden, war es in diesem ersten Theile vorliegenden Werks unser Zweck und Wunsch, die im thierischen und insbesondre im menschlichen Körper gefundenen Stoffe ihrem chemischen Verhalten nach einzeln zu prüfen, um hiernach ihre physiologische Geltung desto besser würdigen zu können. Wir suchen so erst die einzelnen Theile jenes künstlichen Gebäudes kennen zu lernen, um dann das Verhältniss eines jeden zum Ganzen nach seinem Zweck und seiner Verrichtung zu deuten. Wenn uns dieses gelungen ist, werden wir eine feste Grundlage haben, um im zweiten Theile dieses Buchs einerseits die Mengungen der bekannten Stoffe an sich und ihre Untersuchungsweisen kennen zu lernen, und andrerseits um so sichrer zur Erforschung der chemischen Processe im Thierkörper fortzuschreiten. Doch die Ideen über eine gedeihlichere und etwas mehr systematische Bearbeitung der physiologischen Chemie sind in der *Einleitung* auseinandergesetzt, und hier sei es nur erlaubt, die in folgenden Bogen beobachtete Form der Behandlung kurz anzudeuten. Jede einzelne, im Thierkörper gefundene, organische und anorganische Substanz ist für sich erst vom chemischen und dann vom physiologischen Gesichtspunkte aus betrachtet worden.

Unter dem *chemischen Verhalten* verstehen wir, wie gewöhnlich, nicht nur die chemischen und physischen Eigenschaften einer Substanz, sondern auch deren Zusammensetzung, deren Umwandlungen durch Anwendung chemischer Agentien, und endlich deren Darstel-

lungs- und Ausscheidungsmethoden. Hierbei ist zu bemerken, dass der Verf., gegen die gewöhnliche Betrachtungsweise chemischer Stoffe, die Bereitungsweisen hat den Eigenschaften folgen lassen, insofern es ihm von jeher unpraktisch und unlogisch erschien, die Bereitungsweisen den Eigenschaften der Stoffe voranzuschicken; unpraktisch, weil man die oft complicirten Darstellungsmethoden ohne eine genaue Kenntniss der Eigenschaften eines Körpers gar nicht begreifen kann; und unlogisch, weil ich doch eine Substanz bereits kennen muss, ehe es mir in den Sinn kommen muss, sie darzustellen.

Unter dem physiologischen Verhalten einer Substanz ist, wie schon angedeutet, das Verhältniss gemeint, in dem derselbe zur allgemeinen thierischen Oekonomie steht: der Verf. hat in dieser Hinsicht eine Naturgeschichte eines jedes einzelnen Stoffes zu geben versucht, und zwar dadurch, dass er zunächst das Vorkommen jedes Stoffes in qualitativer und quantitativer Hinsicht möglichst genau eruirte und darauf die Schlüsse über dessen Entstehung innerhalb oder ausserhalb des Organismus, über seine Verwendung und seinen Nutzen für die thierische Oekonomie und endlich über seine Verwandlung und Ausscheidung begründete. Auf diesem Wege fand er häufig Veranlassung, einzelne Sätze der Physiologie und Pathologie bald zu bestätigen, bald zu bestreiten. Diese Behandlungsweise, welche wohl von ***Berzelius***, ***Hünefeld***, ***Simon*** angedeutet, aber vielleicht nicht so allgemein und consequent durchgeführt wurde, ist es, durch die der Verfasser hofft, die allgemeine Che-

mie und insbesondre die Zoochemie vorzugsweise in den Stand zu setzen, physiologische Fragen zu lösen und die besten Aufschlüsse über physiologische und pathologische Processe zu geben; diese Methode ist es ferner, durch die er dem Arzte eine klare, übersichtliche Kenntniss des Chemismus im Thierkörper zu bereiten, und die Zoochemie selbst dem Physiologen und Pathologen verständlicher und annehmlicher zu machen versuchte; denn wohl schwerlich dürfte insbesondre der Arzt hinlänglich Zeit und Gelegenheit haben, aus der nackten Zoochemie, die überdiess nur bei der genauesten Kenntniss der neuern chemischen Lehren und Entdeckungen gewürdigt werden kann, einzelne Wahrheiten für Physiologie und Pathologie zu schöpfen. Diess ist auch zum Theil mit ein Grund, weshalb der physiologischen Chemie selbst ein kurzer Abriss des jetzigen Standes der organischen Chemie vorausgeschickt worden ist.

In doppeltem Sinne drang also wohl die Zoochemie bisher nicht recht in das Leben ein, einerseits weil man die Thierstoffe zu sehr von rein chemischer, scheidekünstlerischer Seite behandelt hatte, und andrerseits, weil Aerzte und Physiologen, der Natur der Sache nach mit den neuern Theorien und Entdeckungen der Chemie weniger vertraut, auch nur wenig Verknüpfungspunkte zwischen der Chemie und der Wissenschaft der belebten Natur finden konnten. Es war der Wunsch des Verfassers, der physiologischen Chemie, die nur ein Sonderleben zeigte, ein Allgemeinleben zu verschaffen; wir wissen nicht, in wie weit diess gelungen. Wir wissen aber

und gestehen, dass wenigstens unser Streben immer dahin ging, die oft vielfach verschlungenen Phänomene auf die einfachsten Gesetze zurückzuführen, und somit das aus physischen und chemischen Gesetzen Erklärbare von dem Unerklärlichen zu sichten, d. i. von dem, was der Lebenskraft überlassen bleiben muss.

Fern von supranaturalistischen Speculationen haben wir in den niedern Sphären organischen Lebens die Gesetze wiedergefunden, die auch die sogenannte todte Welt regieren; wir haben die Einerleiheit des Physikalischen und Organischen wenigstens in den niedern Regionen des Bildungslebens erkannt, die Einerleiheit, welche begabte Geister bereits in dem allgemeinen Naturleben erschaut haben. Wie es einer geläuterten Naturforschung geziemt, sind voreilige Schlüsse möglichst vermieden, und wahrscheinliche Sätze nur mit dem gehörigen Vorbehalt ausgesprochen worden. Sich nur an Thatsachen, an directe Versuche haltend, ist der Verfasser zuweilen zu Resultaten und Ansichten über die Stoffmetamorphose in belebten Körpern gelangt, die den jetzt geltenden Meinungen über die thierische Oekonomie direct entgegengesetzt sind; doch er wagte sie auszusprechen, da er sie nur aus der Erfahrung, nur aus dem Versuche schöpfte.

Dem Plane des ganzen Werks gemäss sind die Versuche weniger im Bezug auf das chemische Verhalten angestellt worden (da ja bewährte Männer, wie *Berzelius*, *Liebig*, *Mulder*, *Wöhler*, *Gmelin*, *Simon* darin bereits ausgezeichnetes gethan) als in Rücksicht auf das Verhalten zum allgemeinen Organismus. Die physiolo-

gischen Beobachtungen und Versuche z. B. rücksichtlich des Urins und seiner Bestandtheile, sind da, wo es irgend möglich war, immer an einer und derselben Person, d. h. an mir selbst angestellt worden, damit nicht die verschiedene Individualität, die den Zahlenbestimmungen in der Physiologie und Pathologie so sehr hinderlich ist, auf den Erfolg des Versuchs einen besondern Einfluss ausübte und zu schiefen Schlüssen verleitete. Wo es nöthig erschien, sind die Versuche genauer angegeben, meist aber nur die Resultate mitgetheilt worden. Die Details über einzelne Untersuchungen, deren weitre Ausführung von Interesse ist oder an sich nothwendig erscheint, werden in den nächsten Heften von *Erdmann's* und *Marchand's* Journ. für prakt. Chemie und in *Brandes'* Archiv für Pharmacie mitgetheilt werden.

Der ursprüngliche Zweck des Verfassers bei Abfassung dieses Werkes war, die von ihm seit seiner Studienzeit angestellten, physiologisch-chemischen Versuche in einer gewissen Ordnung zusammenzustellen, da gerade dergleichen Experimente, isolirt hingestellt, meist nur geringes Interesse haben, ja für den Augenblick oft ohne alle Beziehung sind. Vieles erlangte so eine Wichtigkeit, was früher als zufällig ganz übersehen worden war. Gerade dieses Zusammenstellen und Vergleichen musste den Verf. nicht nur zu bestimmten Ergebnissen, sondern auch zu einer eignen Auffassung des Chemismus im Thierkörper und der physiologischen Chemie selbst leiten. So entstand dieses Werk, welches keineswegs etwa die Anmassung verrathen dürfte, Werke ähnlicher Art entbehr-

lich und überflüssig zu machen; sucht doch jeder im Dienste der Wissenschaft das Seinige zur Förderung derselben beizutragen; denn es sind ja gerade die verschiedenen Auffassungsweisen, welche namentlich bei einer noch so jungen Disciplin, wie die physiologische Chemie ist, dazu führen können, fernere Versuche mit Glück anzustellen und die Wissenschaft selbst weiter auszubilden und zu vervollkommnen.

Leipzig, im Juni 1841.

Lehmann.

Inhaltsverzeichniss.

	Seite
Einleitung	1
Eigenschaften organischer Materie	8
Fäulniss, Verwesung, Vermoderung	26
Lebenskraft und Chemismus	40
Chemismus im Pflanzenreiche	59
Chemismus im Thierreiche	81
Mineralsubstanzen des thierischen Körpers	108
Erste Classe	109
Wasser	109
Phosphorsaurer Kalk	110
Phosphorsaure Talkerde	121
Fluorcalcium	123
Zweite Classe	124
Chlorwasserstoffsäure	124
Fluorwasserstoffsäure	127
Chlornatrium	130
Kohlensaures Natron	136
Phosphorsaures Natron	138
Chlorcalcium	141
Chloreisen	142
Eisen	143
Dritte Classe	147
Chlorkalium	147
Schwefelsaure Alkalien	148
Kohlensaure Talkerde	151
Mangan	153
Kieselsäure	154
Thonerde	156
Arsen	157
Kupfer	159
Ammoniaksalze	161

	Seite
Wesentliche Bestandtheile des thierischen Körpers	164
Protein	165
Eiweissstoff	177
Faserstoff	187
Globulin	198
Käsestoff	204
Blutfarbstoff	213
Thierleim	222
Knochenleim	223
Knorpelleim	233
Fette	237
Zellgewebfett	239
Fette des Blutes	245
Physiologisches Verhalten der Fette	256
Milchsäure	280
Ausscheidungsstoffe	296
Secernirte Stoffe	297
Speichelstoff	297
Pepsin	300
Bilin	305
Gallenfarbstoff	313
Melanin	321
Milchzucker	323
Excernirte Stoffe	329
Harnstoff	329
Harnsäure	342
Harnoxyd	356
Harnfarbstoff	358
Allantoin	362
Harnbenzoesäure	364
Harnzucker	370
Cystin	378

Einleitung.

Die Anwendung der Chemie zur Erklärung physiologischer Processe hat in neuerer Zeit eine so allgemeine Anerkennung gefunden, dass es fast wunderbar scheinen möchte, warum bisher Aerzte und Physiologen sich im Allgemeinen noch so wenig mit dieser Disciplin befreundet haben. Der Gründe hierzu giebt es indessen mehrere. Sie liegen zum Theil in der ersten geistigen Erziehungsweise des Gelehrten, theils in dem grossen Umfange der medicinischen Wissenschaften, theils in dem bisherigen Stande der organischen Chemie selbst.

Berücksichtigen wir hier zunächst nur den letztern Punkt, so finden wir zwar, dass schon frühzeitig das Bedürfniss chemischer Kenntnisse und chemischer Arbeiten zum Behufe der Physiologie und Pathologie allerdings gefühlt wurde; allein theils war damals die Chemie an sich ein zu unvollkommnes Ganze, nichts als ein Conglomerat einzeln dastehender Erfahrungen, so dass durch sie nur noch wenig oder nichts zum Besten jener Wissenschaften gefördert werden konnte, theils gab man sich auch, vielleicht gerade darum, weil es an positiven Sätzen, an einer genauern Sichtung des Gegebenen gebrach, nur zu leicht grundlosen Speculationen und phantastischen Träumereien hin. Zum Sprichwort fast sind in dieser Hinsicht die Hypothesen eines Paracelsus, Sylvius de la Boë und der Jatrochemiker überhaupt geworden. Gerade diese Verirrungen, die man als solche später durch andre als chemische Explorationen erkannte, waren die Ursache, warum man sich später aller chemischen Versuche als Hülfsmittel bei physiologischen Forschungen entschlug, und selbst in neuerer Zeit die Chemie für noch

nicht reif zur Aufklärung physiologischer Processe hielt. Dazu kommt, dass man zu allen Zeiten und auch jetzt noch häufig in der Application der Chemie auf das organische Leben zu weit ging, und mehr Aufschluss über physiologische Fragen von chemischen Arbeiten erwartete, als man jetzt oder vielleicht je von denselben erhalten kann. Während man auf der einen Seite, das Wesen des Organismus völlig verkennend, den thierischen Körper wie eine Retorte oder Digerirflasche ansah und behandelte, fehlte man auf der andern Seite ebensosehr, wenn man der Chemie alles Recht versagte, da mitzusprechen, wo schon so viel andre Disciplinen gehört worden waren.

Es würde durchaus überflüssig erscheinen, bei dem jetzigen Standpunkte der Chemie wie der Physiologie, selbst nur mit wenigen Worten den Nutzen anzudeuten, der aus der erstern dieser Disciplinen für die Wissenschaft des generellen Lebens gezogen werden könne: doch dürfte es nicht unpassend sein, ehe wir zur speciellen Betrachtung physiologisch chemischer Gegenstände übergehen, einige Worte vorauszuschicken, wie diese Disciplin, deren Studium in neuerer Zeit so häufig und allgemein angeregt worden ist, auf eine gedeihlichere Weise zu fördern und zu bearbeiten sein dürfte.

Zunächst liesse sich wohl nicht ohne Grund behaupten, dass man zoochemische Untersuchungen bisher nicht selten ohne alle bestimmte Richtung, ohne gewisse leitende Principien anstellte. Wozu sollen z. B. chemische Zerlegungen des Hirschkäfers, der Cantharide und andrer vollkommner Organismen führen? wozu Analysen einzelner Krankheitsproducte, während der normale Zustand noch gar nicht erforscht war? Abgesehen davon, dass man bei solchen Untersuchungen die Substanzen erst recht unter einander mengte, um sie dann durch die eben nicht zahlreichen Mittel der organischen Analyse wieder aus dem gebildeten Brei herauszufischen, so können sie auch, auf so wenig passende Weise angestellt, wohl schwerlich zu bestimmten und insbesondre zu physiologischen Resultaten führen; denn es fehlt solchen Untersuchungen ebensosehr das Kriterium selbst, als überhaupt die Relation auf allgemein anerkannte oder noch anzuerkennende Sätze, mit einem Worte der Bezug auf die höhere Tendenz der Wissenschaft. Man vermisst in der Zoochemie das wissenschaftliche Band, wel-

ches die speciellen Theile jeder Disciplin zusammenhalten muss, und an dem allein man sich festhaltend, durch das Labyrinth der so zahlreich gebotenen Thatsachen und Erscheinungen gelangen kann. Wir finden deshalb auch, dass auf diesem noch so wenig bebauten Felde der Chemie von Physiologen fast mehr, wenigstens fruchtbringenderes, einflussreicheres geleistet worden ist, als von eigentlichen Chemikern. Aber ebendarum dürfte wohl auch der physiologische Gesichtspunkt es sein, von dem aus zoochemische Untersuchungen angestellt werden müssen. Diess fühlend gab der berühmteste Chemiker unsrer Zeit, *Berzelius*, seinem Werke über Thierchemie eine physiologische Anordnung. Es wäre wohl zu wünschen gewesen, dass alle Chemiker, die dieses Feld der Chemie zum Gegenstande ihrer Arbeiten gemacht haben, in *Berzelius'* Fusstapfen getreten wären. Leider hat man aber nur zu oft den Standpunkt verrückt, von dem fast allein aus die Zoochemie sich mit Glück überschauen und bearbeiten lässt; dem Massstabe der anorganischen Chemie folgend, theilte man die Producte des organischen Lebens in Säuren, Basen und indifferente Stoffe ein, und behandelte darnach erst, zum Theil sich wiederholend, zum Theil auf früheres verweisend, jene Gegenstände nach einer passendern, d. h. physiologischen Ordnung.

Abgesehen davon, dass das Wiederholen und Verweisen an sich nicht eben für die Zweckmässigkeit einer Methode spricht, so ermangelt gerade diese Eintheilung organischer Körper aller logischen Grundlage; denn wenn auch in der thierischen und organischen Chemie überhaupt die Zahl der Säuren und Basen nicht so sehr gegen die Ueberzahl der indifferenten oder amphoteren Stoffe zurückträte, so gehen uns ja in der organischen Chemie noch viel mehr als in der mineralischen die characterisirenden Momente für Säure und Base ab. Von allen Eigenschaften, die man in der anorganischen Chemie gewöhnlich zur Characteristik der Säuren anführt, bleibt weiter nichts wesentliches übrig, als dass Säure ein ziemlich einfach zusammengesetzter negativ polarer Körper ist, welcher sich mit einem positiv polaren, ebenfalls zusammengesetzten Körper vereinigen kann; letzteren nennt man Base. Nun sind zwar in der thierischen Chemie die meisten Stoffe, wie in der anorganischen Uranoxyd, Zinnoxyd, Antimonoxyd, Wasser u. s. w. amphoter, d. h. sie können sich ebensowohl mit Säuren als mit

Basen verbinden; allein es giebt deren auch einige in der Thierchemie, die man, obgleich sie sich nur mit Säuren oder nur mit Basen vereinigen können, zu den indifferenten gezählt hat, z. B. den Harnstoff, der sich nur mit Säuren und den Harnzucker, der sich nur mit Basen verbinden lässt. Dieses aus der Mineralchemie entlehnte Eintheilungsprincip zerfällt also in sich selbst, zumal da man gefühlt hat, dass diesem noch ein andres gleichsam ergänzendes hinzugefügt werden müsse. Wir finden daher noch in den neuesten Lehrbüchern der Physiologie die chemischen Untersuchungen den physiologischen Forschungen fast nur anhangsweise beigefügt, gleichsam als isolirt stehende Thatsachen, die noch alles Bezugs auf die physiologischen Vorgänge ermangeln.

Es dürfte nun wohl am besten sein, dieses künstliche, unvollkommne System zu verlassen, und nur dem natürlichen, d. i. dem physiologischen zu folgen. So viel Schwierigkeiten sich auch der Bearbeitung der Zoochemie nach diesem Principe allein darbieten mögen, so dient uns hierbei doch die Natur selbst als Führerin; wir gelangen auf diesem Wege gewiss weit eher und sichrer zu wahrhaft wissenschaftlichen Schlüssen, und bringen nebenbei, uns an die physiologischen Hergänge anschliessend, der Wissenschaft des generellen Lebens grössere Vortheile. Wie das natürliche Pflanzensystem die Pflanzen nicht nach einzelnen Theilen, sondern ihrer ganzen äussern Erscheinung nach betrachtet, so wird die physiologische Behandlung der Thierchemie die Producte der Lebenskraft nicht blos in ihren einzelnen Eigenschaften, sondern auch in ihrer Entstehung und Bildung durch den Lebensprocess, in ihren Umwandlungen, kurz ihrem ganzen Wesen nach verfolgen. Unter physiologischer Chemie darf man nicht etwa blos die Erklärung der chemischen Processe im thierischen Körper verstehen; man hat wohl meist dieser Disciplin einen so beschränkten Wirkungskreis zugewiesen; aber ebendarum, weil hierbei häufig das Bindeglied mangelte, welches die organischen Processe mit den chemischen vereinigt, konnte sich die physiologische Chemie keines schnellen und erfreulichen Gedeihens rühmen. Zur physiologischen Chemie gehört allerdings, dass die Substrate des organischen Lebens, die dort auftretenden Stoffe und Producte in allen ihren physischen und chemischen Eigenschaften genau bekannt sind, allein diess ist mehr Sache der allgemeinen Chemie, als die-

ser speciellen Doctrin; einer der wichtigsten Gegenstände der physiologischen Chemie ist es dagegen, die Entstehung und Bildung dieser organischen Substrate aus den bekannten anorganischen Elementen zu entwickeln und zu erklären. Es ist eine physiologische Frage, welche wir beantworten, wenn wir uns zu erklären bemühen, wie aus einer so geringen Anzahl von Elementen die organische Natur eine so unendliche Menge verschiedenartiger Stoffe zu erzeugen im Stande war; es ist diess ein physiologischer Gegenstand, der seine Hauptstützpunkte in der reinen Chemie suchen muss.

So wie es nun aber eine Hauptfrage der physiologischen Chemie ist, die Entstehung der organischen Materie überhaupt zu erklären, so wird sie sich auch insbesondere mit der Entstehung und Bildung der einzelnen im Organismus vorkommenden Stoffe zu beschäftigen haben. Die physiologische Chemie muss die durch die allgemeine Chemie in dem Organismus als vorhanden nachgewiesenen Stoffe in weiterer Ausdehnung behandeln. Während die allgemeine Chemie uns die physischen und chemischen Eigenschaften der organischen Körper, ihre Zusammensetzuug, ihre Zersetzungsproducte, ihre Ausscheidungs- und Darstellungsmethoden kennen lehrt: wird die physiologische Chemie noch weiter gehen; sie wird sich hauptsächlich beschäftigen müssen mit dem *Vorkommen* dieser Stoffe in bestimmten Theilen des Organismus, mit der *Entstehung* durch diesen oder jenen organisch-chemischen Process und mit dem *Bezug* und dem *Nutzen,* den jeder einzelne Stoff auf die Metamorphose des ganzen organisch-materiellen Lebens hat.

Die durch die rein chemischen Untersuchungen ausgeschiedenen thierischen Stoffe sind grossentheils von geringerem chemischen Werthe, d. h. die Chemie hat über ihre Natur nur noch wenig Aufschlüsse gegeben, und sie selbst haben wiederum nur wenig Bezug auf allgemeine Sätze und Fragen der Chemie, wie sie bei jeder Bearbeitung einer Wissenschaft vorschweben müssen; die Mehrzahl der organischen Körper, namentlich derer des Thierreichs, erhält im Gegentheil nur eine Bedeutung, wenn man die organischen Processe berücksichtigt, bei denen sie gebildet werden oder durch ihre Eigenschaften selbst thätig mitwirken. Diess gilt insbesondere von den im Thier- und Pflanzenreiche so häufig vor-

kommenden Extractivstoffen. Diese Körper bieten für jetzt wenigstens in chemischer Hinsicht nur noch wenig Interesse dar, sind aber für die physiologische Chemie von nicht geringer Wichtigkeit. Sie können nur in der Zusammenstellung mit den sie begleitenden Substanzen, in Bezug auf die Organe, durch die sie gebildet sind, und im Zusammenhange mit dem ganzen organischen Processe für den Physiologen, wie für den Chemiker eine Bedeutung erlangen; da die Kenntniss der Eigenschaften derselben ohne höhere wissenschaftliche Richtung ist, so werden sie gewöhnlich nur geringerer Beachtung gewürdigt, und sie verlieren allen Werth, den sie bei einer physiologischen Betrachtungsweise bald erlangen müssten.

Nach dem, was wir hier im Allgemeinen über das Wesen und die Tendenz der physiologischen Chemie vorausgeschickt haben, wird der erste Gegenstand unsrer Betrachtung im Verlaufe dieses Werkes der sein, dass wir nach dem heutigen Standpunkte der Physiologie und Chemie die Frage zu beantworten versuchen, wie die organische Natur aus den wenigen anorganischen Elementen die so verschiedenartige organische Materie selbst schaffe. Hierzu ist aber vor allen Dingen nothwendig, dass wir uns zuvörderst einen Ueberblick über die innere Constitution der organischen Materie und über die Gesetze ihrer Verwandlungen ausserhalb der Lebenssphäre zu verschaffen suchen; daher bedürfen die Processe der Gährung, Fäulniss und Verwesung einer nähern Würdigung, nicht als ob diese rein chemischen Processe uns etwa einen Schattenriss vom Leben selbst geben könnten oder selbst noch Leben in ihnen gefunden würde, sondern damit wir von den Umwandlungen der organischen Körper überhaupt auf die Metamorphosen der organischen Substrate im lebenden Körper schliessen können. Erst wenn wir mit den Entdeckungen und Theorieen der neuesten Chemie rücksichtlich dieses Gegenstandes vertraut sind, können wir uns ein Urtheil über die Bildung der organischen Materie erlauben.

Da aber die Pflanzen unsrer Ansicht nach es allein sind, welche die organische Materie aus den mineralischen Elementen erzeugen, so wird eine ausführlichere Betrachtung des Stoffwechsels in den Pflanzen nothwendig sein. Finden wir nun, dass im thierischen Körper nichts Neues aus Elementen gebildet wird, son-

dern dass nur die ihm aus dem Pflanzenreiche zugeführten, organischen Grundlagen, anders verbunden oder nur wenig modificirt, mit Auswahl zu bestimmten Zwecken verwendet, kurz verdaut werden, so führt uns diess zu einer allgemeinern Betrachtung des Chemismus in den Substraten des thierischen Körpers. Erst nachdem wir hierüber einige allgemeine Sätze aufgestellt haben, schreiten wir in dem ersten Theile dieses Werks zur genauern Betrachtung der einzelnen im Thierkörper gefundenen Stoffe, indem wir zuerst die Mineralsubstanzen in Beziehung auf ihr Verhältniss zum Thierkörper erörtern, dann die organischen Materien, sie in solche, die dem Thierkörper wesentlich sind und allgemein in ihm verbreitet vorkommen, und in solche, die blos in einzelnen Theilen vorkommen oder als Zersetzungs- und Excretionsproducte anzusehen sind, eintheilend, in der eben angedeuteten Weise behandeln. Die Betrachtung jedes einzelnen Körpers zerfällt daher in zwei Hauptabschnitte, in einen chemischen und einen physiologischen; der erste bezieht sich auf die chemische Constitution eines Körpers, auf dessen Eigenschaften, Darstellung und Metamorphosen; der letztere wird nach dem Vorkommen des Körpers dagegen auf dessen Enstehung im thierischen Körper und auf seinen Nutzen für den Gesammtorganismus Rücksicht nehmen müssen.

Eigenschaften organischer Materie.

Um von den materiellen Substraten des organischen Lebens ein richtiges Bild zu erhalten, ist es für den Physiologen und Arzt durchaus erforderlich, dass er mit dem gnügend bekannt sei, was die neuesten chemischen Forschungen über die Constitution und die Eigenschaften organischer Körper gelehrt haben. Im Allgemeinen versteht man unter organischen Körpern alle diejenigen Stoffe, die, in lebenden Körpern entstanden, aus dem Organismus nach dem Tode ausgezogen, oder aus dessen Excreten dargestellt werden. Die Chemiker früherer Zeit und demzufolge auch die Physiologen und Aerzte gingen aber offenbar zu weit, wenn sie zu scharfe Grenzen zwischen organischen und anorganischen Körpern zogen; sie bedachten nicht, dass die Natur alle die Fesseln sprengt, welche der menschliche Geist in seiner Begrenztheit so gern ihr anlegte; sie erwogen nicht, dass es zwischen den organischen Substraten, welche der Chemiker untersucht, und den anorganischen Körpern eben so gut Mittelglieder und Verbindungselemente giebt, wie wir sie auf den niedrigern Stufen zwischen Thierreich und Pflanzenreich finden; sie überlegten nicht, dass das, was der Chemiker organisch nennt, eben nur eine durch gewisse Kräfte des Organismus vermittelte, chemische Verbindung sei, sowie die Mineralien, die wir auf unsrer Erde finden, meist die Producte von Kräften sind, die jetzt nicht mehr in gleicher Energie walten; dass in ihnen die Kraft, welche ihre Entstehung bedingte, eben so gut entwichen ist, wie die Lebenskraft aus den dem Chemiker vorliegenden organischen Substanzen; beide Classen von Körpern erhalten sich nur noch durch die immerfort thätige chemische Verwandtschaft; sie ist das Bindemittel, sie ist der Kitt, der die Molecüle der organischen Körper ebensogut zusam-

menhält, als die der anorganischen. Eine weitere Betrachtung wird die Wahrheit dieses Satzes noch deutlicher darthun. Um aber einen möglichst genauen Begriff über die Natur und das Wesen der organischen Materien zu erlangen, werden wir am leichtesten zum Ziele, am einfachsten, wenn nicht zu der richtigsten, doch zu der für jetzt wahrscheinlichsten Ansicht von der Constitution organischer Körper gelangen, wenn wir zunächst die Unterschiede etwas näher beleuchten, die man bisher zwischen organischen und anorganischen Körpern angenommen hat.

Da die organische Natur aus einer so geringen Zahl von Elementen, wie Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Schwefel sind, jene unübersehbare Menge von organischen Körpern schuf, so ist es nicht zu verwundern, dass sich zwischen ihren Producten mancherlei Aehnlichkeiten kund geben, die sie gerade von den anorganischen Körpern unterscheiden. Betrachten wir diese geringe Anzahl von Grundlagen, so muss es uns wahrhaft wunderbar erscheinen, dass die organischen Substanzen nicht noch viel ähnlicher unter einander sind, und dass durch die Vereinigung jener wenigen Stoffe in verschiedenen Verhältnissen noch eine so grosse Mannigfaltigkeit erzielt werden konnte.

Stellen wir nun die gewöhnlich angeführten Unterschiede zusammen, so finden wir, dass eine streng logische Unterscheidung, eine streng logische Bestimmung des Begriffs eines organischen Körpers durchaus nicht möglich ist, da sich alle sonst für characteristisch gehaltenen Eigenschaften der organischen Körper nach den neuern Fortschritten der Chemie als unwesentlich, als zufällig erwiesen haben.

Eine sehr in die Augen fallende Eigenschaft der organischen Körper ist die, *in der Hitze sich zu zersetzen und dabei meist Kohle auszuscheiden*.

Es ist allerdings nicht zu läugnen, dass die meisten organischen Körper verkohlen; denn wenn es auch manche giebt, welche durch Verflüchtigung sich der Einwirkung der Hitze entziehen, so können dieselben doch meist noch verkohlt werden, wenn man sie an Basen fixirt, oder wenn man ihre Dämpfe dem Hitzegrade glühender Röhren aussetzt. Es giebt indessen einige organische Körper, z. B. das flüchtige Bittermandelöl, welche selbst durch glühende Röhren geleitet, sich nicht zersetzen, und dagegen

anorganische Körper, welche, auf gleiche Weise behandelt, Kohlenstoff ausscheiden, wie das ölbildende Gas. Schon hieraus geht hervor, dass diese Eigenschaft der organischen Körper, da sie nicht allen zukommt, und zum Theil auch bei einigen anorganischen gefunden wird, nicht als characteristisches Moment bei Unterscheidung organischer Körper von anorganischen aufgefasst werden kann.

Wichtiger ist ein andrer Punkt, der lange Zeit hindurch für einen der schlagendsten Beweise für die Verschiedenheit organischer und anorganischer Naturproducte gehalten wurde; diess ist nämlich die so vielen organischen Substanzen zukommende Eigenschaft, *unter den gehörigen Bedingungen in Fäulniss überzugehen*. Zunächst tritt dieser Annahme aber die Beobachtung entgegen, dass die meisten, stickstofffreien, rein ausgeschiedenen organischen Substanzen für sich durchaus nicht in Fäulniss übergehen, d. h. sich von selbst bei blosser Gegenwart von Luft und Wasser nicht zersetzen. Finden wir aber nicht auch rein anorganische Körper, welche auf gleiche Weise sich ebenfalls freiwillig umwandeln? das Wasserstoffhyperoxyd zersetzt sich, gerade wie die organischen Substanzen, um so leichter, je mehr sich die Temperatur vom Gefrierpunkte entfernt; ebenso verhält sich die Nitroschwefelsäure; wie leicht zerlegt sich Mangansäure in Uebermangansäure und Manganhyperoxydhydrat? Hält man die Zersetzung dieser anorganischen Körper mit der freiwilligen Zersetzung organischer zusammen, so dürfte schwerlich ein logischer Unterschied zwischen beiden Classen von Körpern hierin zu finden sein. Es ist aber ein Schluss im Kreise, wenn man Fäulnissfähigkeit nur organischen Körpern zuschreiben will, während man behauptet, dass ein organischer Körper nur ein solcher sei, der der Fäulniss fähig sei. Wenn es wahr ist, was oben bereits behauptet wurde, dass die chemischen Molecüle der organischen Körper, so gut wie die der anorganischen durch keine andre Kraft zusammengehalten werden, als durch chemische Verwandtschaft, so ist der Unterschied zwischen beiden höchstens graduell, also relativ, unwesentlich, indem die organischen nur deshalb sich leichter zersetzen, weil die verwandtschaftlichen Anziehungen in den organischen Molecülen meist geringer sind, als in den mineralischen.

Die organischen Körper zersetzen sich endlich auch deswegen

leichter in der Hitze so wie bei gewöhnlicher Temperatur, weil sie selbst, meist sauerstoffarm, der Einwirkung des mit den stärksten Verwandtschaften begabten Körpers, des atmosphärischen Sauerstoffs, immerwährend ausgesetzt sind. In der Hitze zersetzen sich aber anorganische Körper so gut und leicht wie organische, wenn, wie bei diesen, einer oder mehrere ihrer Bestandtheile grosse Geneigtheit haben, in den elastisch flüssigen Zustand überzugehen.

Der auffallendste Unterschied, den man zwischen beiden Classen chemischer Körper zu finden vermeinte, ist unstreitig der, dass es den Chemikern nur bei sehr wenigen, organischen Körpern gelungen ist, sie *künstlich darzustellen*. Uebersehen wir hier wirklich die geringe Anzahl solcher künstlich dargestellten, organischen Körper, wie Harnstoff, Oxalsäure, Ameisensäure u. s. w., so dürften wir auf der andern Seite fragen, ob es denn den Chemikern wirklich gelungen sei, die meisten Mineralkörper darzustellen; sprechen wir hier gar nicht von den verschiedenen Gestaltungen, in denen gewisse chemische Verbindungen in der Natur vorkommen, ohne in unsern Laboratorien in gleicher Form künstlich nachgeahmt werden zu können: so finden wir doch, dass die Mehrzahl der in der Natur vorkommenden einfachern und zusammengesetztern Alaunerdesilicate noch keine Kunst nachgeahmt hat; selbst ganz einfache Verbindungen, wie das neutrale kohlensaure Kupferoxyd, welches sich in der Natur als Kupferlasur findet, hat noch kein Chemiker bereiten können. Fragen wir nach dem Grunde dieser Thatsache, so finden wir leicht, dass dem Chemiker in seinem Laboratorium die Kräfte mangeln, die die Natur regierte, als sie Felsen und Berge aufthürmte; sehen wir doch, dass zuweilen sich in langen Zeiträumen durch Einwirkung von Agentien, wie sie dem Chemiker im Laboratorium nicht zu Gebote stehen, allmählig Stoffe erzeugen, die den reinen Mineralproducten ganz ähnlich sind; so bilden sich in den Hohöfen, in welchen während einer längern Campagne titanhaltige Eisenerze ausgeschmolzen werden, schöne kupferrothe Würfel krystallisirten Titans, von einer Härte, wie wir sie an keinem Kunstproducte sonst weiter finden. Jene ungeheuren Druckkräfte, um die Gase zu condensiren, jene enormen Hitzegrade, um die strengflüssigsten Körper zu schmelzen, jene electrischen Spannungen, um die

stärksten chemischen Verwandtschaften zu erschüttern, wie sie bei der Bildung oder Umbildung der Erde thätig waren, wird keine Kunst zu erzeugen im Stande sein.

Ein ähnlicher Grund ist es, welcher die Chemiker abhält, organische Körper künstlich darzustellen; hier kennen wir noch nicht einmal hinlänglich die Gesetze, welche die organische Natur befolgt, um aus so wenig gleichartigen Elementen eine so unübersehbare Zahl mannigfaltiger organischer Körper zu erzeugen. Um das geheimnissvolle Wirken der organischen Natur nachzuahmen, müssten wir die organischen Gesetze eben so genau kennen, wie wir die rein physischen Kräfte erforscht haben, dürfte das Wirken der Natur in organischen Körpern kein Geheimniss mehr sein. In den Organismen ist aber die chemische Verwandtschaft keineswegs aufgehoben, sondern sie wird nur, wie so oft auch durch physische Gesetze, hier durch gewisse, noch nicht hinlänglich eruirte, organische Gesetze modificirt und geleitet; werden diese organischen Gesetze durch das Eingreifen stärkerer Agentien aufgehoben, was man meist mit dem Schwinden der Lebenskraft bezeichnet, so hält nur die Verwandtschaft noch die Molecüle zusammen; doch auch die Verwandtschaftsgesetze selbst ändern sich nach den äussern Einflüssen, und müssen in den unter den Auspicien der organischen Gesetze erzeugten Substanzen Anziehungen anderer Art bedingen.

Gerade diese physischen Agentien sind es auch, die uns bei der künstlichen Darstellung der organischen Körper am meisten hindernd in den Weg treten. Die immerwährenden Temperaturveränderungen, die stets wechselnden electrischen Spannungen, der stete Zutritt von Luft und Wasser sind sicher sehr wichtige Hindernisse bei der Darstellung organischer Körper. Die Naturkräfte also, die wir nicht genug in unserer Gewalt hatten, um Erze und Steine zu bilden, überwältigen uns im Gegentheil bei dem Versuche, organische Gebilde nachzuahmen. Nur die mittleren Sphären jener Naturkräfte gelingt es uns dienstbar zu machen; gross ist die Anzahl der anorganischen Körper, die man bisher mit Benutzung dieser Kräfte künstlich dargestellt hat, im Verhältniss zu den wenigen nachgebildeten organischen Körpern; allein das Feld der anorganischen Chemie erfreut sich auch einer ältern und längern Cultur als das der organischen. Alles dieses

wohl erwägend, dürften wir darauf, dass der organischen Körper noch wenige künstlich dargestellt worden sind, kaum einen logischen Unterschied zwischen organischen und anorganischen Körpern basiren können.

Die *Mannichfaltigkeit in den Verbindungsverhältnissen*, welche jene wenigen Elemente der organischen Natur unter einander eingehen, hat man mit Recht für eines der wichtigsten Unterscheidungsmerkmale organischer Körper von anorganischen Stoffen gehalten. Es ist aus den Grundregeln der Chemie als bekannt vorauszusetzen, dass bei der chemischen Verbindung sich zwei Körper nicht in jedem Verhältnisse mit einander vereinigen können, sondern dass bestimmte Proportionen statt finden, in denen allein zwischen den Körpern eine chemische Verbindung geschehen kann; diese Proportion ist nun zwischen zwei Körpern nicht immer eine einzige, sondern es giebt deren oft mehrere, die aber unter einander in einem sehr einfachen Zahlenverhältnisse stehen; so vereinigt sich z. B. der Schwefel mit dem Sauerstoff nicht blos in dem Verhältnisse wie 16 : 8, sondern auch wie 16 : 16 und 16 : 24; die Zahlen 8 : 16 und 24 sind = 1 : 2 : 3. Die verschiedenen Verhältnisse, in denen wir anorganische Körper verbunden finden, lassen sich immer durch sehr einfache Zahlen durch Einer ausdrücken; dasselbe gilt nicht von der Vereinigung der Elemente in organischen Körpern; zwar finden wir auch in diesen immer bestimmte Proportionen, was eben für das Walten der chemischen Verwandtschaft in organischen Körpern deutlich genug spricht: allein die Proportionen stehen hier in einem weit mannigfaltigeren Verhältnisse zu einander; die Zahlen, wodurch sich jene Proportionen ausdrücken lassen, erreichen oft die Zehner, ja vielleicht ausnahmsweise auch die Hunderte. Vergleichen wir zunächst nur die einfachern Verbindungsverhältnisse in der anorganischen Chemie mit einander, so gelangen wir schon dort zu der einfachen Thatsache, die sich fast zum Gesetz erheben lässt, dass, je mehr Verwandtschaft zwei Körper zu einander haben, die Verhältnisse, in denen sich dieselben mit einander vereinigen, um so einfacher sind, dass dagegen bei geringerer chemischer Anziehung sich die Körper auch in um so mannichfachern Verhältnissen mit einander verbinden können. So vereinigt sich z. B. Schwefelsäure mit Baryt nur in einem einzigen Verhältnisse;

wie mannigfaltig sind dagegen die Verhältnisse, in denen wir in der Natur die Kieselsäure mit den Erden, zu welchen sie nur schwache Verwandtschaft hat, verbunden vorfinden?

Dieses unmittelbar und allein aus der anorganischen Chemie entlehnte Gesetz findet in der organischen Chemie nur seine Bestätigung; denn hier treffen wir gerade auf Elemente, die im Allgemeinen nur geringe Verwandtschaft zu einander zeigen; der Stickstoff kann sich nur in statu nascenti (im Augenblicke, wo er aus einer andern Verbindung frei wird) mit Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff verbinden; Kohlenstoff vereinigt sich mit Wasserstoff nur beim Erhitzen, Wasserstoff mit Sauerstoff nur unter gewissen Bedingungen; kann es darum Wunder nehmen, wenn sich die Atome von Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff in so grosser Zahl zusammenlagern können? Und ist darum gerade hierin ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Gesetze der anorganischen und der organischen Natur zu finden?

Endlich nahm man noch einen höchst wichtigen Unterschied an, der aber allerdings mehr auf individuellen Ansichten, als auf Thatsachen beruhte. So wie bei den Sinnestäuschungen nicht eigentlich die Sinne uns täuschen, sondern nur wir selbst uns in unserm Urtheile über die percipirten Gegenstände: so fand man auch in den organischen Körpern nicht wahrhaft unterscheidende Merkmale, sondern nur in dem Urtheile über die von der Natur dargebotenen Thatsachen gewisse Verschiedenheiten; diess gilt insbesondre von den Ansichten über die *Zusammensetzung organischer Körper*. Schon bei der oberflächlichsten Betrachtung organischer Körper ergab sich, dass dieselben sich nicht nach Art der anorganischen in zwei nähere Bestandtheile zerlegen lassen, sondern dass sie bei ihren Zersetzungen meist in mehrere Körper zerfallen, die nicht nähere Bestandtheile derselben sind, sondern neue Verbindungen aus den Elementen der ursprünglichen organischen Substanz. Man glaubte daher ziemlich allgemein die Ansicht gerechtfertigt, dass die organischen Körper unmittelbar aus ihrer grossen Anzahl von Elementaratomen zusammengesetzt seien, dass jene anorganischen Elemente immer nur die nächsten Bestandtheile der organischen Körper seien, und dass demnach ihre Zusammensetzung sich völlig von der der anorganischen Substanzen unterscheide. Während man alle zusammengesetzten Mineral-

körper immer in zwei nähere Bestandtheile, und diese wieder in zwei andere Stoffe zerlegen konnte, gelang es durchaus nicht, auch nur einen einzigen organischen Körper in zwei Bestandtheile zu zerlegen, von denen man wenigstens mit Sicherheit hätte annehmen können, dass sie bereits gebildet als solche in der organischen Substanz enthalten waren. Es blieb daher den Forschern damaliger Zeit, wo noch keine genauern Elementaranalysen und umsichtigern Untersuchungen der Gründung einer erspriesslichen Hypothese zu Gebote standen, kaum etwas andres als die Annahme übrig, dass, während die Elemente in der anorganischen Natur immer zu zweien mit einander verbunden seien, die zusammengesetzten Körper sich wieder zu zweien vereinigen, und mit einem Worte dort nur eine binäre Verbindungsweise gelte, dagegen in der organischen Natur sich die Elemente nicht nur in mannigfachern Verhältnissen, sondern auch zu dreien und vieren mit einander verbänden, kurz dass die organischen Substanzen ternär und quaternär zusammengesetzt seien.

Diese Hypothese, den früheren Beobachtungen durchaus angemessen, liess jedoch bei dem weitern Fortschritte der Wissenschaft mancherlei Erscheinungen und Beobachtungen unerklärt. Zunächst konnte mit Beibehaltung der atomistischen Theorie die Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit der einander doch so ähnlich zusammengesetzten Körper nicht genügend erklärt werden. Wir wissen zwar aus der anorganischen Chemie, wie grosse Veränderungen das Hinzutreten oder Abtreten eines einzigen Elementaratoms in einem Körper hervorbringen kann; allein bei näherer Betrachtung lässt sich doch nicht so leicht begreifen, warum, bei einer so grossen Anzahl von Elementaratomen, wie wir sie in organischen Körpern fanden, das Plus oder Minus eines einzigen Atoms so ganz differente Eigenschaften zu bedingen im Stande ist. Mögen wir uns aber auch mit dem Unerklärlichen, was in der Veränderung der Eigenschaften für uns auch noch bei anorganischen Körgern liegt, begnügen, so spricht doch die räthselhafte Erscheinung der früher oft bezweifelten Isomerie, von der wir in neuerer Zeit eine so grosse Menge von Beispielen kennen gelernt haben, zu sehr gegen die Annahme der ternären und quaternären Verbindungen, als dass man noch längere Zeit ihr hätte anhängen können. Nach jener Hypothese blieb es durchaus unerklärt, wie

Körper aus einer gleichen Gewichtsmenge von Elementen zusammengesetzt, ja aus einer gleichen Zahl von Aequivalenten bestehend, doch so völlig verschieden sein konnten; wie hätte man mit dieser Hypothese vereinigen können, dass die Milchsäure, ein so stark negativ polarer Körper, ganz dieselbe procentische Zusammensetzung wie das indifferente Stärkmehl habe, und dass wieder das unlössliche, geschmacklose, amorphe Stärkmehl eben so zusammengesetzt sei, wie der auflösliche, süsse, krystallisirte Rohrzucker? Hierzu kommt noch die Verschiedenheit der Zersetzungsproducte ganz gleich zusammengesetzter Körper, selbst wenn sie völlig gleichen zerstörenden Agentien ausgesetzt wurden. Ein Räthsel blieb es, warum Salpetersäure das Stärkmehl in Oxalsäure, das diesem isomere Acacin aber in Schleimsäure verwandelt. Ein Geheimniss blieb es, warum Ameisenäther und essigsaurer Holzäther bei ihrer Zerlegung ganz verschiedene Producte gaben, da sie einander nicht nur in ihrer Zusammensetzung gleichen, sondern selbst in ihren physischen Eigenschaften bis zum Verwechseln ähnlich sind.

Diese wohl erkannten, unbestrittenen Thatsachen zwangen gewissermassen die Chemiker, auch in den organischen Körpern nähere Bestandtheile anzunehmen; allein einige Gelehrte gingen wohl zu weit, wenn sie das Gesetz der binären Anziehungen, hervorgegangen aus der electrochemischen Theorie eines *Davy* und *Berzelius*, auf die organischen Verbindungen überzutragen versuchten; denn man traf bei dem Versuche, die organischen Substanzen immer zu zweien ihrer Elemente zusammengesetzt anzunehmen, auf unüberwindliche Hindernisse; man gelangte zu Annahmen, die mit den Erscheinungen der organischen Natur im directesten Widerspruche standen, so dass die Mehrzahl der Chemiker lieber sich mit der älteren, wenn auch nicht mehr ausreichenden Hypothese begnügte, als sich in das erkünstelte, alle Widersprüche der Natur überspringende, System der binären Zusammensetzung organischer Körper einzwängte. Die Theorie trat gerade hier in zu auffallendem Gegensatz gegen die Erfahrung, als dass sie Anhänger hätte anlocken können.

Während einerseits Fälle binärer Verbindungsweise in der organischen Chemie keineswegs selten sind, z. B. die Verbindungen von Salzsäure mit dem Dadyl und Peucyl des Terpenthin-

öls, der Oxalsäure mit Harzstoff u. s. w.; wird in neuester Zeit das Binaritätsgesetz der anorganischen Chemie gar sehr in Zweifel gezogen; denn hat nicht ein *Graham* durch seine Hypothese über die Constitutionen der Säuren und Salze der ganzen Lehre von dem Binaritätsgesetze den Todesstoss zu geben versucht? Wir sehen wenigstens soviel hieraus, dass das Binaritätsgesetz wie die Lehre von ternärer und quaternärer Verbindung mehr die subjectiven Ansichten ausdrückt, als den objectiven Beobachtungen entspricht.

Geistreichen Forschern ist es indess gelungen, auf nähere Bestandtheile in organischen Körpern hinzuweisen, ohne deshalb eine rein binäre Zusammensetzungsweise derselben anzunehmen. Man entdeckte nämlich, dass in organischen Körpern immer einige Atome genauer und fester zusammenhalten, als gewisse andre, die, ohne das Zusammenhalten jener zu stören, von diesen getrennt und durch andere ersetzt werden können. Man fand, dass viele organische Körper bei ihren Zersetzungen immer solche Producte gaben, die auf eine bestimmte Grundlage hindeuteten, deren Elemente unter einander fester zusammenhingen, als die des ganzen organischen Körpers. Man gelangte durch mannigfaltige Untersuchungen dahin, mit Bestimmtheit nachzuweisen, dass viele dieser fester zusammenhängenden Atome, den anorganischen Elementen gleich, sich mit Elementen verbinden, und auch selbst die Stelle von Elementen in zusammengesetzteren Verbindungen vertreten konnten. Man nannte daher diese Atomenconglomerate im Gegensatz zu den einfachen Radicalen der anorganischen Chemie *zusammengesetzte* oder *organische Radicale*. Solche Radicale, deren man mehrere in der neuern Chemie entdeckt hat, bilden den integrirenden Bestandtheil mehrerer theils in der Natur vorkommender theils künstlich dargestellter Körper, die in ihren Verbindungen bald den negativen bald den positiven Elementen analog sind.

Unter den negativen Radicalen ist das Cyan das bekannteste; dasselbe geht Verbindungen ein, die dem Chlor, Brom und Jod völlich entsprechen, und steht nun rücksichtlich seiner Verwandtschaft zu positiveren Körpern jenen Elementen etwas nach. Als negatives Radical vereinigt sich das Cyan mit allen Metallen.

Unter den positiven Radicalen machen wir besonders das Aethyl und Methyl, so wie das allerpositivste das Ammonium nam-

haft. Wir wissen, dass das Ammonium in seinen Salzen, mit Sauerstoff verbunden, eines der basischsten Oxyde bildet, welches alle Salze der Alkalien, selbst oft rücksichtlich der Krystallform, auf das täuschendste nachahmt; das schwefelsaure Ammoniumoxyd ist dem schwefelsauren Kali isomorph; so wie das Kalium mit Chlor, Brom, Jod, Schwefel und das Schwefelkalium wieder mit Schwefelwasserstoff sich verbindet, so kennen wir auch Verbindungen von Ammonium mit Clor, Brom, Jod und Schwefel, und von Schwefelammonium mit Schwefelwasserstoff. Als ein dem Ammonium nicht unähnliches, zusammengesetztes Radical hat man die Grundlage des Alkohols und Aethers erkannt, das sog. Aethyl; dieses bildet mit Sauerstoff verbunden den Aether, und vereinigt sich, wie das Ammonium, mit Chlor, Brom, Jod, Schwefel u. dergl.; sein Oxyd ist zu den basischen zu rechnen, denn es hat grosse Geneigtheit, sich mit Säuren zu vereinigen, und damit nicht nur neutrale sondern auch saure Salze zu bilden; mit salpetriger Säure, Essigsäure, Benzoesäure und vielen andern Säuren bildet es neutrale Salze, sogenannte Naphthen, dagegen mit Schwefelsäure, Phosphorsäure, Oxalsäure, Weinsäure u. a. saure Salze, in denen, wie in den gewöhnlichen sauren Mineralsalzen, das eine Atom Basis durch ein Atom Wasser vertreten wird. Das Schwefeläthyl vereinigt sich mit Schwefelwasserstoff gleich dem Schwefelammonium und Schwefelkalium.

Andere Radicale gleichen mehr darin den anorganischen Elementen, dass sie mit Sauerstoff verschiedene Verbindungsstufen eingehen, so z. B. das Acetyl, welches ein Oxyd und mit mehr Sauerstoff 2 Säuren bildet; gleich dem Schwefel nimmt es nämlich 1 2 und 3 Atome Sauerstoff auf.

Das Benzoyl ist ferner ein Beispiel eines Radicals, welches sich in mehreren organischen Körpern, mit anorganischen Elementen verbunden, vorfindet, von jenen Elementen aber künstlich auf andre Elemente und selbst auf zusammengesetzte Radicale, wie auf Cyan, übergetragen werden kann. Mit Sauerstoff verbunden findet es sich in der Benzoesäure, mit Wasserstoff im flüchtigen Bittermandelöl, mit Stickstoffwasserstoff (Amid) und Fumarsäure (?) in der Harnbenzoesäure; künstich lässt sich das Benzoyl mit Chlor, Brom, Jod, Schwefel und Cyan verbinden.

Aus diesen Beispielen wird zur Gnüge hervorgehen, was die neuern Chemiker unter zusammengesetzten oder organischen Radicalen verstehen.

Der unbedingten Annahme zusammengesetzter Radicale scheint auf den ersten Blick die Beobachtung zu widersprechen, dass die wenigsten derselben isolirt dargestellt werden können. Diess kann indessen nicht wunderbar erscheinen, wenn man erwägt, dass, wie schon im Obigen angedeutet, die Elemente der

Radicale nur durch geringe Verwandtschaften zusammengehalten werden; die Molecülengruppen, wie sie die Radicale constituiren, können nur durch die Polarität des mit ihnen verbundenen Körpers in ihrem Zusammenhange erhalten werden, so wie wir ja auch viele Körper in der anorganischen Chemie kennen, die entweder nicht ohne Wasser oder nicht ohne Basen bestehen können.

Salpetersäure, Chlorsäure, Unterschwefelsäure u. a. können nicht ohne Wasser, unterschweflige Säure und Mangansäure nicht ohne fixe Basis bestehen.

Versucht man ein Radical von dem mit ihm verbundenen Elemente zu trennen, so hat entweder das hierzu angewendete Mittel nicht blos Verwandtschaft zu dem Elemente ausserhalb des Radicals, sondern auch zu einzelnen Elementen des Radicals selbst, oder die Verwandtschaft der Elemente des Radicals reicht nicht mehr hin, um das Radical als solches zu erhalten, gleich wie die Unterschwefelsäure bei Entziehung allen Wassers alsbald in schweflige Säure und Schwefelsäure zerfällt. Damit die Atome eines Radicals in ihrer bestimmten gegenseitigen Lage verharren, ist es nothwendig, dass sie durch Polarität gleichsam nach einer Richtung hin angezogen werden.

Es geht schon aus den Obigen hervor, dass die organischen Radicale nicht blos binär, sondern auch ternär zusammengesetzt sind; ja es giebt vielleicht auch quaternäre Radicale, wie wir an den bisher sogenannten eiweissartigen Körpern sehen; dem Eiweiss, Faserstoff, Käsestoff und Globulin liegt ein und dieselbe Atomengruppe zu Grunde; sie unterscheiden sich nur durch den verschiedenen Gehalt an Schwefel und Phosphor.

Ueberschauen wir diese unmittelbar aus der Chemie entlehnten Thatsachen, so finden wir der Gründe genug, um anzunehmen, dass auch die organischen Körper nähere Bestandtheile enthalten, die jedoch nicht den anorganischen zusammengesetzten Körpern, sondern den anorganischen Elementen in ihren Verbindungen gleichen. Diese organischen Radicale sind die zerlegbaren Elemente, aus denen wir die Erzeugnisse des Chemismus in organisirten Körpern zusammengesetzt finden. Der anorganischen Natur standen 55 Elemente zu Gebote, um aus ihnen die beträchtliche Anzahl verschiedenartiger Körper zu erzeugen, die wir auf der Rinde des Erdballs finden; nicht so leicht wurde es der organi-

schen Natur, um aus so wenigen ihr zu Dienst stehenden Elementen jene grosse Mannigfaltigkeit organischer Körper zu erzeugen; die belebte Natur musste sich erst ihre Grundstoffe aus wenigen Elementen bilden, um die verschiedensten, ungleichartigsten Körper hervorzubringen; ja es gelang auf solche Weise der organischen Natur, eine noch weit grössere Menge von Grundstoffen zu formen, als wir in der That in der anorganischen Natur finden; oder sollen wir glauben, dass wir organische Elemente zu zerlegen im Stande gewesen sind, während uns ein Gleiches nicht mit den anorganischen Elementen gelang? Fast dürfte nach der Analogie des Ammoniums und einiger andern Thatsachen diese Frage nicht ganz inept erscheinen.

Die organische Natur schuf sich also aus den anorganischen Elementen ihre Grundstoffe, und setzte dann die verschiedenen organischen Körper wieder aus ihnen zusammen. Die Mannigfaltigkeit der organischen Körper ist sonach durch die Annahme zusammengesetzter Radicale nicht nur erklärt, sondern auch als nothwendige Folge dargethan. Eben so leicht ergiebt sich aus dieser Hypothese die Erklärung der übrigen Unterschiede zwischen organischen und anorganischen Körpern; in der anorganischen Chemie treffen wir auf einfache, unzerlegbare Radicale, in der organischen finden wir Verbindungen zusammengesetzter Radicale, wiewohl solche auch der anorganischen Natur nicht ganz fremd zu sein scheinen; denn wir kennen dort Verbindungen von Kohlenoxyd mit Chlor, von Amid mit Quecksilber, von Chlor mit Wasser u. s. w., das Kohlenoxyd, Amid und Wasser treten hier unstreitig als zusammengesetzte Radicale auf.

Aus dieser Ansicht von der Zusammensetzung organischer Körper lässt sich leicht erklären, warum diese weit geneigter zu jeder Zersetzung sind, als die Mineralkörper. Die letzteren müssen dauernder, fester sein, da ihre Elemente selbst unzersetzbar oder wenigstens sehr schwer zersetzbar sind, und diese selbst, durch ziemlich kräftige Verwandtschaften zusammengehalten, äusseren Einflüssen leichter widerstehen. Dagegen liegt schon in der Zusammensetzung der organischen Körper selbst der Keim ihrer Zerstörung; denn einestheils ist die Verwandtschaft der Radicale unter einander weit geringer, als zwischen den anorganischen Elementen, anderntheils aber folgen auch die Elemente der Radicale selbst bei den geringsten Veränderungen äusserer Bedingnisse andern Verwandtschaften; erleidet demnach ein organischer Körper eine Zersetzung, so trennen sich nicht blos die nähern

Bestandtheile, sondern auch die entfernteru und gruppiren sich dann in andrer Ordnung, um neue Körper zu erzeugen. Hierin ist der Grund zu suchen, warum die Annahme, dass die organischen Körper unmittelbar aus ihren Elementen zusammengesetzt seien, für den ersten Blick so viel für sich zu haben schien.

Sehen wir endlich ganz ab von der Annahme bestimmter Radicale in organischen Körpern und halten uns nur an die einfachen von der Natur selbst gebotenen Thatsachen, so müssen wir zugestehen, dass die zusammengesetzten Mineralstoffe sich meist nur nach einer Richtung hin trennen lassen, während die organischen Atomengruppen gewöhnlich nach mehreren Richtungen hin theilbar sind.

Wir finden zuweilen auch bei anorganischen Körpern eine doppelte Theilbarkeit, z. B. bei dem salpetersauren Ammoniak; dieser Körper zerlegt sich allerdings häufiger in Salpetersäure und Ammoniak, als in Stickstoffoxydul und Wasser; hierzu kommt, dass derselbe Körper sich ebensogut aus Stickstoffoxydul und Wasser (bei dem Auflösen von Zink oder Eisen in verdünnter Salpetersäure) bildet, als aus Salpetersäure und Ammoniak; allein andere Gründe, als die blosse Zerlegbarkeit sprechen für die Annahme, dass jener Körper auf die letztere Weise zusammengesetzt sei, möge er entstanden sein, wie er wolle.

Eine solche doppelte und vielfache Theilbarkeit finden wir vorzugsweise nur bei organischen Substanzen; indessen kann auch bei diesen nicht geläugnet werden, dass ihre chemischen Molecüle nach einer Richtung genauer nnd fester zusammenhängen, als nach einer andern, und somit äussere Agentien von dieser Seite mehr Widerstand leisten, als von jeder andern. So wie die meisten krystallisirten Körper nur nach gewissen Richtungen hin spaltbar sind, in diesen Richtungen also weniger genau zusammenhängen; so lässt sich auch der Zusammenhang chemischer Molecüle nach manchen Richtungen hin leichter aufheben, als nach andern. Wir schliessen dann, dass schon ursprünglich in den Verbindungen der Zusammenhang mehrerer Molecüle fester war, als der der getrennten, und denken uns gewöhnlich die letztern als nähere Bestandtheile der zersetzten Verbindung, als Radicale. In der anorganischen Chemie, wo die zusammengesetzten Körper ziemlich constant nach einer Richtung spaltbar sind, nehmen wir daher die nähern Bestandtheile derselben als ziemlich

genau bekannt an; bei organischen Körpern dagegen, die oft nach mehreren Richtungen gleich leicht theilbar sind, muss man noch andere Erscheinungen zu Hülfe rufen, um auf die wahre Natur ihrer Grundlage oder näheren Bestandtheile schliessen zu können.

Wir werden also auch durch diese Betrachtung auf die Annahme bestimmter näher zusammenhängender Atomengruppen, organischer Grundlagen oder zusammengesetzter Radicale geführt, deren Vorhandensein in organischen Körpern am besten aus den Zersetzungsproducten zu suchen oder zu errathen sein wird. Im Ganzen sind zwar bis jetzt nur wenige organische Körper und ihre Zersetzungsproducte so genau untersucht, dass man mit Bestimmtheit auf ihre Radicale schliessen könnte; indessen hat sich aus den bereits bekannten Thatsachen schon sehr viel für die Erklärung der Stoffmetamorphosen in chemischer und physiologischer Hinsicht ergeben. Nicht mehr gehören die Isomerie und Polymerie zu den unerklärten, fast fabelhaften Erscheinungen; nicht mehr darf der Gelehrte staunen ob der wunderbaren Erscheinung, dass chemisch gleich zusammengesetzte Körper nicht nur verschiedene physische, sondern auch ganz verschiedene chemische Eigenschaften zeigen; nicht länger bleibt es ein Räthsel, dass die den Gewichtstheilen nach dem Stärkmehl gleich zusammengesetzte Milchsäure so saure Eigenschaften zeigt, während das Stärkmehl ein indifferenter Körper ist; ahnen lässt sich, dass der Sauerstoff in der Milchsäure wohl grösstentheils ausserhalb des Radicals liegen muss, während er im Stärkmehl vielleicht mehr zu dem Radicale selbst gehört. Nicht mehr nimmt uns die Mannigfaltigkeit der aus so wenig Elementen und aus so viel Atomen zusammengesetzten Körper Wunder; nicht mehr erstaunen wir über die Verschiedenheit der Zersetzungsproducte ganz gleich constituirter Körper. Kann schon der verschiedene Cohäsionszustand völlig gleicher Körper so grosse Veränderungen, die selbst in das Chemische hinüberstreifen, hervorbringen, wie wir bei heteromorphen Körpern wie Schwefel, Kohlenstoff, arsenige Säure, Eisenoxyd, Quecksilberjodid u. s. w. beobachten; um wie viel mehr muss eine andre Lagerung der chemischen Molecüle Verschiedenheiten in den Eigenschaften gleich zusammengesetzter Körper bedingen?

Die eben hier entwickelte, neueste Theorie der organischen

Verbindungen lässt kaum in einigen Punkten noch etwas zu wünschen übrig; sie hat vor jeder andern die Vorzüge, dass sie die meisten der in der organischen Chemie vorliegenden Thatsachen erklärt, dass sie auf eine systematische übersichtliche Behandlung hinleitet, und insbesondre zu neuen Untersuchungen und Entdeckungen führt, Vorzüge, die allein jede Theorie annehmbar machen; diese aber ist rein aus der Natur und der Erfahrung selbst entlehnt, nur der kurze Ausdruck dessen, was die Untersuchungen der besten Chemiker über die Natur und Zusammensetzung der gewöhnlich organisch genannten Substanzen gelehrt haben. Diese Theorie ist es, die uns die rechte Andeutung gegeben hat, die Hieroglyphen zu entziffern, in die die organische Natur sich verhüllt; sie lehrt uns, dass, wie die Sprache ihre aus einzelnen verschiedenen Lauten zusammengesetzten Grundformen hat, die in verschiedener Weise flectirt und gewendet den Reichthum und die Volubilität der menschlichen Sprache ausmachen, so die Natur ihre Zeichen, ihre Charactere zu einzelnen Grundtypen zusammenlegt, um durch deren Modificationen in verschiedener Weise zu uns zu sprechen. Wenn es auch noch nicht gelungen, alle Ziffern zu deuten, alle Grundtypen dieser Natursprache zu entwirren, so gelangen wir doch so zu den ersten Mitteln, ersten Anfängen, um den Isisschleier in etwas zu lüften, der die Gesetze verhüllt, welchen der Chemismus in den Producten der belebten Natur wie bei dem Stoffwechsel in den Organismen selbst unterthan ist. Gelingt es auch nie, die Wahrheit völlig zu schauen, so wird sich der Forscher doch gern dabei beruhigen, wenn er weiss, dass er auf diesem Wege zu echt philosophischen Resultaten so wie zu wahrhaft physiologischen Schlüssen gelangt.

Noch glauben wir auf einen meist weniger berücksichtigten Unterschied aufmerksam machen zu müssen, der, obwohl nicht weniger relativ und unwesentlich, als die eben angeführten, doch von der höchsten Wichtigkeit für Physiologie im Allgemeinen ist, und insbesondere bei der Frage über die Bildung der organischen Materie überhaupt Berücksichtigung verdient. Dieser Unterschied liegt in dem verschiedenen Sauerstoffgehalte jener beiden Classen von Naturkörpern. Vergleichen wir nämlich die Zusammensetzung der organischen Substanzen mit den zusammengesetzten, sauer-

stoffhaltigen Mineralkörpern, so fällt nicht blos das hohe Atomgewicht der erstern in die Augen, sondern auch die geringe Anzahl von Sauerstoffäquivalenten im Verhältniss zu der der übrigen Elemente, während in anorganischen Körpern die Menge der Sauerstoffäquivalente die der positiven Elemente überwiegt oder ihr wenigstens gleich ist. Nehmen wir auch von dieser Regel einige organische Säuren aus, die doch nie wesentliche Bestandtheile der festen organischen Materie ausmachen, und selbst in chemischer Hinsicht sehr auf die Seite der anorganischen Stoffe treten; so finden wir den eben ausgesprochenen Unterschied doch bei der grossen Mehrzahl organischer Körper bestätigt. Geben wir auch zu, dass die Zahl der Sauerstoffäquivalente nicht mit der der Elemente einer organischen Substanz, sondern mit der der zusammengesetzten Radicale zu vergleichen sei: so sind wir doch insbesondre durch die neuesten Untersuchungen der Chemiker belehrt worden, dass der Sauerstoff in organischen Körpern keineswegs die wichtige Rolle spiele, wie in den Oxyden des Mineralreichs. Der Sauerstoff steht in organischen Körpern oft nicht so direct dem Radical gegenüber wie in anorganischen; er gehört dort häufig wohl selbst mit zum Radical; er liegt innerhalb desselben und kann nicht durch andre Elemente z. B. Schwefel, Chlor, Brom u. s. w. wie in anorganischen Oxyden ersetzt werden; er hat meist keine Bedeutung bei der Verbindung der organischen Körper mit andern, während er fast den ganzen Chemismus in anorganischen Oxyden bedingt; ja will doch *Liebig* selbst in den organischen Säuren den Sauerstoff nicht als säuerndes Princip, als Regulator der Sättigungscapacität gelten lassen. Wollen wir aber auch *Liebig's* Theorie der organischen Säuren, nach welcher deren Sättigungscapacität von dem durch ein Metall ersetzbaren Wasserstoff abhängig ist, nicht in voller Ausdehnung gelten lassen: so müssen wir doch, uns nur an experimentelle Thatsachen haltend, zugeben, dass der Sauerstoff oft ganz oder grösstentheils innerhalb des Radicals liege, und er demnach in Bezug auf die ganze chemische Constitution der organischen Substanz sehr viel an Bedeutung verliere.

Wir erinnern hierbei nur an die Constitution der Benzoesäure; es ist ein Radical bekannt, welches neben 5 Aequiv. Wasserstoff und 14 Aequ. Kohlenstoff 2 Aequ. Sauerstoff enthält, und Benzoyl ge-

nannt worden ist; dieses Radical vereinigt sich mit einem Aequiv. Wasserstoff, um flüchtiges Bittermandelöl zu bilden; dieser Wasserstoff kann durch ein Aequivalent Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Cyan und auch durch ein Aequivalent Sauerstoff vertreten werden; dieser Sauerstoff (das dritte Aequivalent der Benzoesäure) muss offenbar in einem andern Verhältnisse zu dem Kohlenwasserstoff stehen, als jene beiden schon im Benzoyl enthaltenen Aequivalente Sauerstoff, die sich nicht durch andere Elemente ersetzen lassen.

Auch die Gegner der *Liebig-Graham*'schen Theorie der organischen Säuren müssen nach *Regnault's* neuesten Analysen der Pflanzenalkaloide zugeben, dass deren Basicität nicht von ihrem Sauerstoffgehalte, sondern vom Stickstoff oder einem Stickstoff-Wasserstoff herzuleiten sei.

Soviel geht wenigstens aus dem Angeführten hervor, dass der Sauerstoff in organischen Körpern nicht nur rücksichtlich der Zahl seiner Aequivalente, sondern auch im Bezug auf die wichtige Rolle, die er sonst spielt, sehr in den Hintergrund trete. Diese unbestreitbare Thatsache wird erst dann gehörig gewürdigt werden, wenn wir die Entstehung der organischen Materie aus den sauerstoffreichen Verbindungen der anorganischen Natur näher ins Auge fassen.

Fäulniss. Verwesung. Vermoderung.

Einer derjenigen organischen Processe, welche Physiologen und Chemiker seit langen Zeiten vielfältig beschäftigt haben, ist die Fäulniss im weitern Sinne des Worts. Man sah bis auf die neueste Zeit die Fäulniss oder sogenannte freiwillige Zersetzung organischer Körper für einen physiologischen Process an, in sofern man nämlich glaubte, dass hierbei zwar ein Uebergang von dem rein organischen, belebten Körper zu den anorganischen, nur durch chemische Kraft zusammengehaltenen Substanzen statt finde, dass aber hierbei immer noch, wenn auch nur ein Schatten von Lebenskraft thätig sei, so lange der Körper sich noch nicht vollkommen in anorganische Materie aufgelöst habe. Man hielt diesen Process für physiologisch, weil sich einige Erscheinungen dabei wahrnehmen lassen, die grosse Analogie mit den im belebten Organismus beobachteten Vorgängen zu haben scheinen; man hielt ihn für physiologisch, weil er nur ein Kampf der Lebenskraft gegen die todte Kraft, die Affinität, zu sein schien.

Wenn wir aber auch nicht in Abrede stellen können, dass die Fäulniss für Physiologie und Medicin von hoher Wichtigkeit ist, ja wenn wir sogar behaupten müssen, dass dieser Process die wichtigsten Aufschlüsse über viele physiologische Processe und namentlich über das Verhalten alles Materiellen im organisirten Körper geben wird: so kann doch im obigen Sinne durchaus nicht die Fäulniss ein wahrhaft physiologischer Process genannt werden. Denn dieser Process ist eben so wenig *organisch*, *physiologisch*, als er ein *freiwilliger* Zersetzungsprocess zu nennen ist. Die Lebenskraft ist verschwunden und muss verschwunden sein, wenn ein organischer Körper in Fäulniss übergehen soll. So lange ein

Organismus oder eine organische Substanz noch unter dem Schutze der Lebenskraft steht, kann er nie wahrhaft faulen oder verwesen; die organische Kraft sucht immerdar das untauglich Gewordene zu ersetzen, die Organe zu reproduciren und das fremdartig Gewordene zu entfernen; nur wenn alles Leben verschwunden, wenn jede vitale Kraft vernichtet ist, dann wird die organische Materie den rein physischen Kräften unterthan; die Metapher des Kampfes zwischen organischer und physischer Kraft lässt sich nicht anwenden; denn der eine Kämpfer ist schon darniedergestreckt; die physischen Kräfte nur sind es, die noch walten, und in verschiedenen Verhältnissen, unter verschiedenen Bedingungen einwirkend, verschiedenartige Verwandtschaften zwischen den frühern Grundlagen des organischen Körpers rege machen; es sind die gegenseitigen Verwandtschaften der verschiedenen Radicale, so wie die der einzelnen Elemente, welche neue Anziehungen bedingen und sogenannte Zersetzungen hervorbringen, Zersetzungen, die durch den ungehinderten Wechsel der Temperaturen und electrischen Zustände, so wie durch die Einwirkung der Luft und des Wassers sowohl erzeugt, als befördert und beschleunigt werden.

Die Fäulniss ist daher auch nicht eine freiwillige Zersetzung; ohne Einwirkung jener Potenzen erleidet ein organischer Körper, welcher es auch sei, keinerlei Zersetzung. Denn es steht fest, dass eine organische Substanz ebensowenig wie eine anorganische von selbst durch die eigne, verschiedene Anziehung ihrer Elemente zersetzt werde, sondern es findet unstreitig für die durch Chemismus an einander abgelagerten Atome dasselbe Gesetz der Trägheit statt, wie für die mechanisch zusammengruppirten Molecüle; eine freiwillige Zersetzung im engsten Sinne des Worts ist bei organisch gruppirten Molecülen ebensowenig denkbar, als sich annehmen lässt, dass ein im Gleichgewicht befindlicher ruhender Körper ohne Veränderung der auf ihn wirkenden Kräfte selbst eine Veränderung erleide. Die organischen Molecüle sind nur insofern einer andern Anordnung, einer andern Gruppirung der Elementaratome fähig, als äussere, wenn auch noch so wenig wahrnehmbare Einflüsse, die den einzelnen Elementen sowohl als den Radicalen inwohnen, die Verwandtschaften modificiren. Wie sich die mechanischen Molecüle des kohlensauren Kalks, des Queck-

silberjodids, des Schwefels u. s. w. leicht in verschiedene Formen umlagern, und durch geringe Veränderungen physischer Agentien in andern Gestalten erscheinen: ebenso leicht und leichter noch entsteht in den chemischen Massentheilchen der organischen Körper bei den geringsten Veränderungen äusserer Agentien eine solche Bewegung, dass sie sich zu neuen Aggregaten gruppiren. Wenn es also ausgemacht ist, dass die Fäulniss nichts anders ist, als die Zersetzung, welche die Producte der Lebenskraft nach dem Schwinden derselben durch Einwirkung rein physischer Kräfte erleiden, so kann dieser Process nicht eigentlich den Namen eines physiologischen verdienen; wir werden indessen sehen, dass wir durch das Studium der Erscheinungen und Gesetze, unter welchen organische Körper sich zersetzen, zu wahrhaft physiologischen Schlüssen geleitet werden.

Wie schon erwähnt, hatte der Fäulnissprocess die Gelehrten schon längst vielfach beschäftigt, allein es blieb immer bei dem Anhäufen einer neuen Menge von Thatsachen zu den alten, ohne dass man über die verschiedenen Arten von Fäulniss, Verwesung, Gährung hinlänglich ins Klare gekommen wäre. Da man aber nun besonders durch *Liebig* zu geläuterteren Ansichten über diesen Process gelangt ist, da man weiss, dass nur physische Kräfte die Zersetzung bedingen: so gelang es, die Begriffe, die man mit den Worten Fäulniss, Verwesung, Vermoderung verbindet, genauer zu bestimmen, und das Wesen jedes einzelnen dieser Processe näher zu bezeichnen. Denn es giebt für die Bewegung der chemischen Atome in organischen Körpern ebenso bestimmte Gesetze, wie für die Lagenveränderung der mechanischen Molecüle. Die Art der Zersetzung einer organischen Substanz muss daher nach den verschiedenen Einflüssen verschieden sein, sich aber in jedem Falle nach bestimmten, wenn auch noch nicht hinlänglich eruirten Gesetzen richten. Jene Verschiedenheit der Einflüsse nun giebt uns eben die Unterlagen an die Hand, um darauf genauere Begriffsbestimmungen und umfassendere Kenntniss der Erscheinungen selbst zu gründen. Die Zersetzungen organischer Körper sind zwar sämmtlich verschieden nach der Art ihrer Zusammensetzung wie nach der Art der auf sie einwirkenden Agentien: dennoch gelten unter gleichen Bedingungen gleiche Gesetze. Anders werden die organischen Molecüle in Bewegung gesetzt durch

blosse Mitwirkung flüssigen Wassers, anders durch Mithülfe etwas höherer Temperatur, anders bei vollkommenem Zutritt von Sauerstoff.

Nach diesen Einflüssen hat nun auch *Liebig* die freiwilligen Zersetzungsprozesse organischer Substanzen eingetheilt, und den Ausdrücken Fäulniss, Verwesung, Vermoderung und Gährung eine bestimmtere Deutung gegeben. Namentlich war man über den Begriff Gährung selbst noch in neuerer Zeit durchaus nicht im Klaren; blos zwei oder drei einander nicht eben sehr ähnlichen Zersetzungsprocessen ertheilte man den Namen Gährung, während man anderen, diesen höchst ähnlichen, Processen den gleichen Namen vorenthielt, und sie entweder mit dem Namen Fäulniss oder im Allgemeinen mit dem blosser Stoffmetamorphosen belegte.

So wollte *Fourcroy* die Umwandlung des Stärkmehls in Krümelzucker durch Diastase süsse Gährung genannt wissen, was jedoch keinen Eingang bei den Gelehrten fand. Möge diese Metamorphose auch nicht den Namen einer Gährung verdienen, so war es doch auffallend, dass einerseits Processe, wie die Umwandlung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure und die Zersetzung der Holzfaser in Kohlensäure und Kohlenwasserstoff, beide unter Wasser vor sich gehend, und andrerseits die Zerlegung des Alkohols in Essigsäure und Wasser, die des Holzes in Ulmin, Wasser und Kohlensäure, die des Gerbstoffs in Gallussäure, Wasser und Kohlensäure, sämmtlich durch den Zutritt der Luft bedingt, nicht zu denselben Arten oder Classen von Zersetzung gerechnet wurden, obgleich bei den einzelnen Processen dieselben Bedingungen obwalteten und selbst ähnliche Producte zum Vorschein kamen. Man nannte die Zersetzung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol eine Gährung und scheute sich der Umwandlung der Blausäure in Ameisensäure und Ammoniak einen gleichen Namen beizulegen, obgleich in beiden Fällen die Umwandlung nur unter Wasserzersetzung vor sich geht. Man unterschied die Fäulniss des Käsestoffs von der des Harnstoffs, die Zersetzung des Harnstoffs von der der Untersalpetersäure; man unterschied die Oxydation des Alkohols von der des Bittermandelöls und die des letztern von der der phosphorigen Säure, ohne dabei wesentliche Momente, sprechende Unterschiede hervorzuheben, da doch viele dieser Processe ihrem Wesen nach höchst ähnlich, ja identisch sind.

Halten wir uns nun an das, was *Liebig* über die Aehnlichkeit und Verschiedenheit dieser Processe gesagt hat, so werden wir den Namen: Fäulniss denjenigen Zersetzungsprozessen beilegen, welche unter Wasser vor sich gehen, und wobei die Ele-

mentaratome der organischen Substanz auf eine neue Weise nach verschiedenen Anziehungen gruppirt, und zugleich Wasseratome aufgenommen und zersetzt werden. Der Begriff Verwesung würde dagegen diejenigen Zersetzungsprozesse umfassen, bei denen der Sauerstoff der atmosphärischen Luft thätig eingreift, so dass hier eine wahrhafte Oxydation eine höchst langsame Verbrennung zum Vorschein kommt, wodurch Anfangs nur eine Umwandlung der Radicale und einzelner Elementaratome und endlich aller Atome bewerkstelligt wird. Es ist demnach klar, dass durch Umänderung der Bedingungen ein faulender Körper in Verwesung und ein verwesender in Fäulniss übergehen kann. Es giebt aber auch einen gemischten Process, bei welchem nur mangelhafter Luftzutritt statt findet und Wasser nur in geringer Menge vorhanden ist; diesen will *Liebig* Vermoderung genannt wissen. Der Ausdruck Gährung müsste nun eigentlich ganz aus dem Wörterbuche der Chemie gestrichen werden, wenn er sich nicht durch sein Alter das Bürgerrecht in derselben erworben hätte; denn nach obigen Bestimmungen fällt die geistige Gährung, da sie eine Umwandlung des Zuckers unter und durch Wasser in Alkohol und Kohlensäure ($H^{10} C^{12} O^{10} + 2 HO = H^{12} C^{8} O^{4} + 4 CO^{2}$) ist, mit der Fäulniss, und die saure Gährung, da sie nur eine allmählige Oxydation des Alkohols ist ($H^{6} C^{4} O^{2} + 4 O = H^{3} C^{4} O^{3} + 3 HO$), mit der Verwesung zusammen. *Liebig* hat indessen den Ausdruck Gährung noch denjenigen freiwilligen Zersetzungsprocessen bewahrt, welche ohne übeln Geruch vor sich gehen.

Es ist bereits öfter erwähnt worden, dass keine Zersetzung organischer Substanzen von Statten gehen könne ohne die Erfüllung gewisser Bedingungen, ohne die Einwirkung bestimmter Kräfte. Es sei nun zunächst unser Zweck dieselben etwas ins Auge zu fassen.

Bei allen Arten von Entmischungen, die ohne unser Zuthun geschehen, ist eine bestimmte *Temperatur* nothwendig. Dieselbe ist auf die Grade zwischen + 10° und 40° C beschränkt; verschiedene Grade sind der Entmischung eines Körpers günstiger als andre; so geht die geistige Gährung am besten zwischen 18° und 25° von statten, die saure dagegen zwischen 25 und 35°. Nur einige Grade über dem Frostpunkte ist eine solche Entmischung möglich, und dann nimmt sie nur einen langsamen Fort-

gang. Unter dem Gefrierpunkte, wo alles weiche und flüssige in organischen Körpern erstarrt und erhärtet, wird alle Zersetzung, selbst wo sie einmal begonnen, vollkommen aufgehoben oder abgehalten. Es bedarf hierzu kaum des Beweises, da der Beispiele hiervon viele schon aus dem gewöhnlichen Leben bekannt sind.

Benutzt man z. B. nicht die Eiskeller zur Aufbewahrung vieler organischen Substanzen, welche während der höhern Temperatur des Sommers sich sehr bald entmischen würden? Ja man hat die Cadaver vorweltlicher Thiere im Eise der Polargegenden, z. B. am Ausfluss der Lena in Sibirien vollkommen mit Fleisch, Haut und Haaren erhalten gefunden. Es ist hierbei unstreitig die mechanische, durch Kälte hervorgebrachte Zusammenrückung der Molecüle, welche die Bewegung der chemischen Massentheilchen hindert. Aber auch ein zu hoher Temperaturgrad kann in gewisser Weise der freiwilligen Entmischung organischer Substanzen hinderlich sein; denn erhöht sich die Temperatur einer organischen Substanz über 40° bis ungefähr zu 100°, so entweicht das zu jeder Zersetzung nothwendige Wasser, denn völlig ausgetrocknete Körper faulen nicht. Diess führt uns zur Würdigung des zweiten Bedingnisses der Selbstentmischung, nämlich zu der

Gegenwart von Wasser. Gehen wir auf die obigen Begriffsunterschiede von Fäulniss und Verwesung zurück; so liegt schon in der Definition der Fäulniss die Gegenwart von Wasser als wesentliches Bedingniss. Die Fäulniss im engern Sinne des Worts kann *nur* unter Wasser statt finden; das Wasser wirkt hierbei nicht nur hindernd gegen den Luftzutritt, sondern es geht selbst zum Theil mit in die Zersetzung ein. Allein auch zur Verwesung ist die Gegenwart des Wassers unbedingt nothwendig, obgleich gerade bei diesem Processe sich aus dem Sauerstoff der Luft und dem Wasserstoff der organischen Substanz stets Wasser erzeugt. Feucht, jedoch nicht von Wasser bedeckt, müssen organische Substanzen sein, um verwesen zu können.

Es ist ein alter Spruch der Chemiker: corpora chemice non agunt, nisi soluta; ein Spruch, der in der Erfahrung begründet ist; so wenig als Weinsäure und kohlensaures Kali im trocknen Zustande auf einander zu wirken im Stande sind, ebensowenig vermag der Sauerstoff der Luft ohne Wasser eine Bewegung in die chemischen Molecüle der organischen Substanz zu bringen. Wir sehen wenigstens, dass die meisten organischen Substanzen vor Selbstentmischung geschützt werden, wenn man ihnen alles freie Wasser entzieht, mag

diess nun geschehen durch eine erhöhte Temperatur und Luftzug oder durch Materien, die grosse Verwandtschaft zum Wasser haben und so das Wasser untauglich machen, die Zersetzung der organischen Substanz zu befördern.

Auf letztere Weise mag es geschehen, dass Alkohol, Zucker, Kohlen, Salpeter, Kochsalz und andere Salze fäulnisswidrig, antiseptisch wirken, während es andrerseits bekannt ist, wie durch sorgfältiges Austrocknen Nahrungsmittel, so wie anatomische Präparate auf längere Zeit conservirt werden können.

Eine vielbesprochene Bedingung freiwilliger Zersetzung ist auch der *Zutritt von atmosphärischer Luft.* So wie zur Fäulniss das Wasser sich verhält, so tritt bei der Verwesung der Luftzutritt als wesentliches Moment auf; denn ohne Sauerstoffzutritt ist nach obiger Definition kaum Verwesung denkbar; ist sie doch nichts weiter als eine unmerkliche Verbrennung im Sauerstoff der Luft. Dagegen hat es zwar den Anschein, als ob zur wahren Fäulniss der Sauerstoff nicht nur nicht nöthig sei, sondern sogar durch das Wasser abgehalten werden müsste: allein bisher hat man mit Bestimmtheit noch keinen Körper nachweisen können, der in Fäulniss übergegangen wäre, ohne nicht vorher selbst eine theilweise Verwesung erlitten zu haben, oder durch Berührung mit einer bereits in Verwesung begriffenen Substanz zur Zersetzung disponirt worden zu sein.

Am deutlichsten sehen wir diess an der *Fäulniss des Zuckers,* der sogenannten *weinigen Gährung;* reiner Zucker geht bekanntlich nicht in Gährung über; er nimmt bei seiner Zersetzung nichts aus der Luft auf, nur durch Zutreten von Wasser verwandeln sich seine Bestandtheile in Alkohol und Kohlensäure; das Ferment ist das Bedingniss zur Zersetzung; ist dieses noch nicht vorhanden, sind aber in der Zuckerlösung stickstoffhaltige, leicht verwesbare Substanzen enthalten, so ziehen letztere Sauerstoff an, verwesen und bestimmen bei geringem Luftzutritt den Zucker zur Entmischung. Hält man aber allen Luftzutritt sorgfältig ab, z. B. von ausgepresstem Weinsafte, so tritt keine Fermentbildung und auch keine Gährung ein; setzt man dagegen zu reiner Zuckerlösung im luftfreien Raume bereits gebildetes Ferment, d. h. einen schon in Zersetzung begriffenen Körper, so geht die weinige Gährung, die Fäulniss des Zuckers, auch ohne allen Luftzutritt gehörig von Statten.

Der Sauerstoff scheint in organischen Substanzen immer den ersten Anstoss zu geben, um eine Störung im chemischen Gleichgewichte der Atome organischer Substanzen zu veranlassen, so

dass dadurch eine Bewegung hervorgebracht wird, welche sich andren Substanzen alsdann auch ohne Sauerstoffzutritt mittheilt; ist einmal der Impuls gegeben, so geht der Fäulnissprocess unaufhaltsam von Statten.

Wie wichtig der Sauerstoff als primum movens bei jeglicher Selbstentmischung wirkt, sehen wir daraus, dass Körper, welche den Luftzutritt vollkommen abhalten, seien es solche, die die organische Materie einhüllen, wie Wachs, Fett, Holz, Kalkbrei u. dergl., oder solche, die den zutretenden Sauerstoff sogleich in sich aufnehmen, (wie Schwefelblumen, Eisenfeilspähne, schweflige Säure, Stickstoffoxyd u. s. w.) mit dem grössten Vortheil zur Erhaltung und Aufbewahrung organischer Substanzen verwendet werden.

Hierin ist auch wohl der Grund zu suchen, warum die bekannte *Appert*'sche Methode, Nahrungsmittel aufzubewahren, so nützlich angewendet werden kann; *Appert* beobachtete, dass schon in Wasser, aus welchem die atmosphärische Luft durch Kochen ausgetrieben worden ist, organische Substanzen weit weniger leicht in Fäulniss übergehen; es ist durch die Erfahrung bestätigt worden, dass Nahrungsmittel, namentlich vegetabilische, wenn sie in hermetisch verschlossenen Gefässen bis zu wenigen Graden über den Siedepunkt des Wassers erhitzt worden sind, sich jahrelang unverändert erhalten; in diesem Falle tritt weder Verwesung noch Fäulniss ein, da das primum movens aller Zersetzung, der gasige Sauerstoff, bei jener Temperatur chemisch gebunden und somit unfähig gemacht worden ist, die Verwesung einer einzelnen Substanz und die hierdurch bedingte Fäulniss der ganzen organischen Materie einzuleiten.

Auf eine ähnliche Weise mag wohl auch die Bildung mancher Lithopädien zu erklären sein; durch irgend eine Krankheit hört der Zufluss des Nahrungsstoffs und des Sauerstoffs zum Fötus auf, oder die zur Ernährung des Fötus bestimmte Materie wird an einem andern Ort abgelagert; im Uterus wohlgeschützt vor äusseren Einflüssen bleibt der Fötus unverändert, schrumpft nun zusammen und erhärtet durch den Verlust von Wasser; kann aber so jahrelang bestehen, ohne eine andere Veränderung zu erleiden.

Hieran knüpft sich ein Gegenstand von nicht untergeordneter Wichtigkeit, den *Liebig* insbesondere hervorgehoben und mehr, als bisher geschehen, gewürdigt hat. Die Beobachtung nämlich, dass mehrere in einer chemischen Action befindliche Körper andre zu einer gleichen Thätigkeit veranlassen, ohne dass hierbei gerade eine verwandtschaftliche Beziehung zwischen den Zersetzungsproducten und den noch unzersetzten Körpern ersichtlich ist, bestimmte *Liebig* auch bei der Gährung und Fäulniss eine gleiche

Action in Anspruch zu nehmen. *Liebig* erklärt nämlich mehrere Erscheinungen, welche bisher entweder nach den gewöhnlichen Affinitätsgesetzen ganz unerklärlich waren oder von Berzelius aus einer eigenthümlichen, *katalytischen Kraft* hergeleitet wurden, dadurch, dass er vielen Körpern die Eigenschaft zuschreibt, sich nur dann zu zersetzen oder umzuwandeln, wenn ihre durch eine gewisse Trägheit in ihrer gegenseitigen Lage zusammengehaltenen chemischen Molecüle durch einen andern Körper, dessen Molecüle bereits in Bewegung d. h. in Umwandlung, in Zersetzung begriffen sind, zu einer gleichen Bewegung d. h. einer gleichen oder ähnlichen chemischen Action bestimmt werden.

Beispiele solcher Erscheinungen finden wir in der anorganischen Chemie an der Eigenschaft des Kupfers, sich, wenn es mit Zink legirt ist, in verdünnter Schwefelsäure gleich dem Zink unter Wasserstoffentwickelung aufzulösen, was es bekanntlich im reinen Zustande nicht thut; an der Fähigkeit des Platins, sich in Verbindung mit Silber in Salpetersäure aufzulösen; an der Thatsache, dass der Wasserstoff bei seiner Verbrennung in Sauerstoff, wenn er mit Stickstoff gemengt ist, denselben zu gleicher Verbindung mit Sauerstoff anregt; so auch an der Erfahrung, dass das Wasserstoffhyperoxyd in Berührung mit den Oxyden edler Metalle nicht nur die Hälfte seines eignen Sauerstoffs fahren lässt, sondern auch das Oxyd zur Abgabe seines Sauerstoffs veranlasst.

Solche Erscheinungen finden gewiss eher in der Annahme einer Mittheilung chemischer Bewegung als in der sehr schwankenden katalytischen Kraft Erklärung. Es ist klar, dass in organischen Körpern, bei welchen die chemische Cohäsion der Elementaratome weit geringer ist, als bei anorganischen, den Atomen auch leichter eine solche Bewegung mitgetheilt werden kann, und dass demnach dergleichen Fälle in der organischen Chemie noch weit häufiger vorkommen müssen als in der anorganischen.

Es ist eine allgemein bekannte Erfahrung der Landleute, dass aus aufbewahrten Früchten die faul gewordenen immer von Zeit zu Zeit ausgesucht und entfernt werden müssen, weil ohnedem die Fäulniss sich in kurzer Zeit auf alle übrigen erstrecken würde. Wie bei den inficirenden Krankheiten der Thiere steckt hier eine schadhaft gewordene Frucht sehr bald alle andern an, oder, um auf *Liebig's* Bild zurückzukehren, theilt sich die Bewegungen der Molecüle in der einen Frucht sehr bald denen der übrigen mit.

Viele organische Substanzen können ohne eine solche

ihnen von aussen zugekommene Bewegung gar nicht durch die gewöhnlichen Bedingnisse der Zersetzung zu einer chemischen Thätigkeit gelangen. Hieher gehören stickstoffhaltige und stickstofffreie Substanzen, wie die organischen Säuren, die Pflanzenbasen, Stärkmehl, Zucker und andre, die im reinen Zustande, selbst wenn Wasser und reine (ausgeglühte, staubfreie) Luft hinlänglich zutreten kann, keineswegs einer Selbstentmischung fähig sind.

Harnstoff kann in concentrirter Lösung gekocht werden, ohne sich zu zersetzen, bringt man ihn aber in faulenden Urin oder in eine gährende Zuckerlösung, so zerfällt er sehr bald in Kohlensäure und Ammoniak; nur unter solchen Verhältnissen zersetzt sich das Asparagin in Asparaginsäure und Ammoniak, das Amygdalin und die Harnbenzoesäure.

Liebig hält daher auch das Ferment bei der sauren wie bei der weinigen Gährung für nichts andres als einen in Zersetzung begriffenen Körper, durch welchen in dem Zucker wie in dem Alkohol eine ähnliche Umlagerung der Molecüle hervorgerufen wird. Es ist sogar beobachtet worden, dass selbst sauerstofffreie Gase, in welchen die Selbstentmischung einer organischen Substanz vor sich geht, in die allgemeine Bewegung der chemischen Molecüle mit fortgerissen werden, und so zur Erzeugung neuer Verbindungen dienen.

Es ist bekannt, dass wenigstens bei der weinigen Gährung nur stickstoffhaltige Körper das Ferment bilden können, und in der That findet man auch, dass stickstofffreie Körper sich nur selten ohne eine solche Substanz selbst entmischen können, dass dagegen die stickstoffhaltigen eher zu solchen Zersetzungen geneigt sind. Die stickstoffhaltigen Körper zerfallen aber deshalb leichter, weil sie meist eine complicirtere Zusammensetzung haben, weil die grosse Anzahl ihrer locker zusammengehaltenen Molecüle von Aussen leichter einen Impuls zur Veränderung der gegenseitigen Lage erhält, und die Elemente selbst noch mannigfaltigeren Anziehungen folgen, als diess bei stickstofffreien der Fall sein kann.

Daher kommt es denn, dass vorzüglich stickstoffhaltige Substanzen, die bereits in Selbstentmischung begriffen sind, gleiche Metamorphosen in andern organischen Körpern bedingen. Die stickstoffhaltigen Körper selbst aber, wie Eiweiss, Muskelfleisch, Urin würden sich vielleicht weniger leicht zersetzen, wenn sie nicht meist Gemenge mehrerer Substanzen wären, so dass in ihnen um so leichter die mannigfachen Verwandtschaften der verschiedenartigen, zusammengesetzten und einfachen Grundlagen rege werden müssen. Des-

halb sind auch Flüssigkeiten, die mehr als eine organische Substanz und namentlich eine stickstoffhaltige enthalten, um so geneigter zur Verwesung und Fäulniss. Aus demselben Grunde lassen sich auch Leichname weit länger aufbewahren, wenn die Gefässe derselben mit reinem Wasser ausgespritzt worden sind, da durch Entfernung des so leicht zersetzbaren Blutes die übrigen Theile vor dem schnellen Eintritte einer solchen Metamorphose gesichert sind.

Hieraus dürfte sich vielleicht die Wirksamkeit mehrerer antiseptischer Mittel herleiten lassen, z. B. der Mineralsäuren, des Holzessigs, des Gerbstoffs, der arsenigen Säure, des Quecksilberchlorids, der schwefelsauren Alaunerde, des salpetersauren Silberoxyds, des Zinnchlorürs u. a. m. Diese Körper, selbst in geringen Mengen angewandt, verhindern zunächst wohl die Metamorphose einiger, in einem Körper enthaltenen, leicht zersetzbaren Substanzen, indem sie sich mit diesen chemisch verbinden, und deren Elemente ganz auf dieselbe Weise zusammenhalten, wie die der Mangansäure und unterschwefligen Säure nur durch die Gegenwart einer Base in ihrem Complexe erhalten werden.

Mehrere solcher Substanzen, so wie auch das Kreosot, bringen Gerinnung des Eiweisses hervor, und verhindern die Zersetzung organischer Gemenge, weil geronnenes Eiweiss weit schwieriger fault als nicht geronnenes. So verhindert man auch die Zersetzung von Pflanzensäften dadurch, dass man die in ihnen enthaltenen stickstoffreichen Körper durch Fällung oder Coagulation daraus entfernt.

Starker Luftzug, sowie Chlor und Chlorkalk mögen zum Theil auch deshalb die Fäulniss aufhalten können, weil sie die gebildeten Zersetzungsproducte schnell wegführen oder alsbald zerstören.

Es versteht sich von selbst, dass die Vorgänge bei diesen Selbstentmischungen so wie die Art und die Menge der Zersetzungsproducte höchst verschieden sein müssen, nicht nur nach den Verhältnissen, unter welchen die Metamorphose selbst vor sich geht, sondern auch nach der Verschiedenheit der Zusammensetzung einer jeden organischen Substanz. Indessen lassen sich jene Verschiedenheiten bei der Fäulniss, bei der Verwesung und Vermoderung etwa unter folgenden Gesichtspunkten betrachten.

Wenn sich *stickstofffreie organische Körper unter Wasser* zersetzen, so zeigen bloss die Elemente der organischen Substanz und des Wassers eine gegenseitige Einwirkung d. h. die organische Substanz nimmt in der Regel Wasser auf und zerlegt sich in Körper, von welchen der eine den Wasserstoff des Wassers, der andre den Sauerstoff desselben enthält; gewöhnlich vereinigt sich

ein Theil des Kohlenstoffs der organischen Substanz mit dem Sauerstoff des Wassers und der organischen Substanz selbst zu Kohlensäure; der andre Theil dagegen bildet mit dem vorhandenen Wasserstoff einen eigenthümlichen Kohlenwasserstoff, oder mit noch einem Theil Sauerstoff das Oxyd eines solchen.

Den einfachsten Fall dieser Art beobachten wir an der Fäulniss der Pflanzenfaser; liegt nämlich dieselbe unter Wasser bei gehöriger Wärme, so nimmt 1 Atom Holzfaser (welches aus 9 Aequiv. Wasserstoff 12 Aequiv. Kohlenstoff und 9 Aequiv. Sauerstoff besteht) drei Atome Wasser auf und zerfällt alsdann gerade in 6 Atome Kohlensäure und 6 Atome Sumpfluft ($H^9 C^{12} O^9 + 3\,HO = 6\,H^2\,C + 6\,CO^2$). Es ist demnach einleuchtend, dass auch die weinige Gährung nichts weiter als eine Fäulniss des Zuckers ist, nur bedingt durch das stickstoffhaltige Ferment; in diesem Falle zerfällt der krystallisirte Rohrzucker unter Aufnahme noch eines Atomes Wasser in Kohlensäure und das Oxyd einer Kohlenwasserstoffverbindung, d. h. in Alkohol.

Die Fäulniss stickstoffhaltiger Körper findet im Allgemeinen in derselben Weise statt, wie die der stickstofffreien, ausser dass bei ihnen noch die besondre Anziehung des Stickstoffs zum Wasserstoff ins Spiel kommt. Es wird also hier wie bei jenen der Kohlenstoff der Substanz mit dem Sauerstoff derselben, so wie auch mit dem Wasserstoff verbunden, um damit Kohlensäure, Kohlenwasserstoffarten und deren Oxyde zu erzeugen; doch immer macht dabei der Stickstoff seine Verwandtschaft zum Wasserstoff geltend, und bedingt, Ammoniak erzeugend, um so mehr die Zersetzung des Wassers.

Ein einfaches Beispiel solcher Zersetzung liefert der Harnstoff, der bei seiner Entmischung im Wasser 2 Atome desselben aufnehmen muss, um sich in Kohlensäure und Ammoniak zu zerlegen ($H^4\,C^2\,N^2\,O^2 + 2\,HO = 2\,H^3\,N + 2\,CO^2$).

Die Natur des Verwesungsprozesses beruht in der Aufnahme von Sauerstoff; dieser kann sich zunächst mit keinem andern Elemente als mit dem Wasserstoff verbinden, da er zu diesem gerade die meiste Verwandtschaft hat; zuvörderst wird also freies Wasser gebildet werden; hierauf nimmt entweder die rückständige Materie noch mehr Sauerstoff auf, so dass eine höhere Oxydationsstufe eines Kohlenwasserstoffs entsteht; oder jene giebt Kohlensäure aus, die sich aus dem Kohlenstoff und dem Sauerstoff erzeugt, der bereits in dem organischen Complexe enthalten war;

sollte noch mehr Sauerstoff von aussen hinzutreten, so würde erst aller Wasserstoff oxydirt werden, ehe sich jener mit dem Kohlenstoff verbände.

Ein einfaches Beispiel von Verwesung finden wir bei der Zersetzung des Holzes an der Luft. Nehmen wir nämlich an, dass dasselbe 24 Aequiv. Wasserstoff, 36 Aequiv. Kohlenstoff und 24 Aequiv. Sauerstoff enthalte, so werden ihm durch den hinzutretenden Sauerstoff 12 Aequiv. Wasserstoff entzogen, und der Rückstand zerlegt sich in Kohlensäure und Humus ($H^{24} C^{36} O^{24} + 12 O = 12 HO + 6 CO^2 + H^{12} C^{30} O^{12}$). Der in saure Gährung übergegangene Alkohol gehört zu der erstern Classe von stickstofffreien, faulenden Körpern; der Alkohol nimmt hiernach zuerst aus der Luft 2 Atome Sauerstoff auf, und bildet neben Wasser Aldehyd (die niedrigste Oxydationsstufe eines Radicals, welches man *Acetyl* genannt hat) und verwandelt sich noch 2 Atome Sauerstoff aufnehmend, in Essigsäure $= H^6 C^4 O^2 + 2 O = 2 HO + (H^3 C^4 O + HO)$; $H^3 C^4 O + 2 O = H^3 C^4 O^3$).

Die **Verwesung stickstoffhaltiger Körper** geht in gleicher Weise von Statten, nur mit dem Unterschiede, dass hier der Stickstoff noch immer seine Verwandtschaft zum Wasserstoff geltend macht und Ammoniak erzeugt; denn um die Ammoniakbildung zu verhindern, muss der Sauerstoffzutritt sehr reichlich sein; sollte dieses der Fall sein, so entweicht freies Stickstoffgas, oder der Stickstoff nimmt sogar, bei Gegenwart einer starken Base, selbst Sauerstoff auf und bildet Salpetersäure.

Thierische Körper, meist mehr mit Wasser getränkt als vegetabilische, sind in der Regel auch mehr zum Processe der Fäulniss als dem der Verwesung geneigt; das am meisten in die Sinne fallende Product derselben ist immer das Ammoniak, welches wohl zugleich der Träger der sich aus faulenden Leichnamen entwickelnden übeln Gerüche ist, denen sich, wenn die thierische Substanz Schwefel und Phosphor enthält, noch die übelriechenden Verbindungen von Wasserstoff mit diesen Elementen zugesellen.

Da die Zusammensetzung stickstoffhaltiger Substanzen meist viel complicirter ist, als die stickstofffreier, so werden auch ihre Zersetzungsproducte weit mannigfaltiger sein, als die der letztern. Bei genauern Beobachtungen wird man der Perioden hier mehrere unterscheiden können, wo aus den Zersetzungsproducten sich immer neue Producte erzeugen, bis am Ende der Metamorphose die Substanz sich völlig in Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und einen dem Humus ähnlichen Körper aufgelöst hat; es werden erst

Infusorien aller Art in den anfänglichen Producten ihre Nahrung finden, ehe der ganze organische Complex sich in seine anorganischen Atome zerstreut hat.

Vermoderung findet statt, wenn der Zutritt der atmosphärischen Luft und des Wassers nur mangelhaft ist; dieser Process gleicht mehr dem einer trocknen Destillation; denn hier bilden sich die Zersetzungsproducte ganz allein aus den Elementen der organischen Substanz; der Sauerstoff derselben theilt sich hier in den Kohlenstoff und Wasserstoff, bildet zunächst Wasser und Kohlensäure; zurück bleibt eine noch sehr wasserstoffreiche Kohle, die später auch Kohlenwasserstoff ausgiebt.

Einem solchen Vermoderungsprocesse unterlagen die riesigen Vegetabilien der Vorwelt, als sie durch erneute Erdumwälzungen verschüttet wurden; jene ungeheuren Lager von Braunkohlen und Steinkohlen, die der Gewerbfleiss jetzt ausbeutet, sind die Producte dieses Zerstörungsprocesses; oft entwickelt sich noch Kohlensäure aus jenen Flötzen, die wohl darin ihren Ursprung gefunden hat, dass vom Anfange der Verschüttung noch einiger Sauerstoffzutritt statt hatte, durch welchen ein grosser Theil des Wasserstoffs oxydirt ward; erst später vereinigte sich der Sauerstoff der Substanz mit dem Kohlenstoff und erscheint dem Bergmann als matte Wetter. Wenn dagegen die Vegetabilien schon vom Anfange vollkommen verschüttet und vor dem Zutritt des Sauerstoffs geschützt wurden, entbanden sich jene Massen von Kohlenwasserstoff, die wir unter dem Namen der schlagenden Wetter oder feurigen Schwaden kennen.

Thierische Körper unterliegen zuweilen einem eigenthümlichen Vermoderungsprocesse, wenn sie längere Zeit in feuchter Erde gelegen haben; das auch hier sich erzeugende Ammoniak verbindet sich zuweilen mit dem noch unzersetzten Fette des Leichnams zu einer festen Seife, die man früher für ein festes Fett ansah, und daher Fettwachs, Adipocire, nannte.

Lebenskraft und Chemismus.

Nachdem wir uns über die innere Constitution der organischen Materie und deren Auflösung oder Zurücktreten unter die rein physischen Einflüsse möglichst zu unterrichten gesucht haben, stösst uns von selbst die Frage auf, in welcher Weise und nach welchen Gesetzen der organische Stoff selbst aus seinen Elementen zusammengesetzt, und in solcher Mannigfaltigkeit zur Erscheinung gebracht werde?

Man hat sich gewöhnlich bei der Annahme beruhigt, dass die Bildung aller organischen Materie, so wie wir sie bei der Ernährung und dem Wachsthum der Organismen wahrnehmen, auf jenem unerklärlichen Etwas beruhe, welchem *Plato* unter dem Namen des *Enormon*, *van Helmont* als *Archäus*, *Bichat* in einer Anzahl von *vitalen Kräften* und die meisten neuern Physiologen als allgemeine *Lebenskraft* eine wichtige, aber immer unverständliche Rolle spielen liessen. Man glaubte alle und jede Veränderungen an den organisirten Körpern durch die Annahme solcher Lebenskräfte erklären zu können, und dachte sich dieselben oft recht romanhaft als Bauherrn des Organismus und Verwalter der pflanzlichen und thierischen Oekonomie, die, alles wohl ordnend, alles Nachtheilige vorhersehend und verhütend, alles Böse entfernend und das Nützliche wohl ausführend, überall thätig und regsam, ein gutes Regiment im Organismus führten. Wenn nun auch nicht immer die Wirksamkeit der Lebenskräfte so drastisch dargestellt und ausgeführt wurde, so konnten doch solche Hypothesen, so geistreich sie auch erfunden und so glücklich sie ausgeführt wurden, bei ihrer zu weiten Ausdehnung und Verallgemeinerung auf die Wissenschaft der organischen Natur, die wie jede andre Naturwissenschaft im Calcul, im Experimente und in einer ruhigen Beobach-

tung ihre festesten Stützpunkte findet, von keinem andern als nachtheiligen Erfolge sein. Wir müssen auch in den Naturwissenschaften, wenn Thatsachen uns mangeln, der Calcul uns verlässt und positive Beweise uns abgehen, zu sogenannten dynamischen Erklärungen unsre Zuflucht nehmen: allein ebendarum weil diese immer einen Mangel an bestimmten Wissen verrathen, weil eben die Dynamis etwas unerklärliches ist, dürfen wir solchen Erklärungsweisen, die sich mehr oder weniger als reine Gewebe der Phantasie verrathen, nie zu viel Spielraum gestatten. Wir müssen daher auch in der belebten Natur jene Dynamis, die Lebenskraft, durch die man alles erklären zu können glaubte und die nichts erklärt, möglichst zurückzudrängen versuchen; wir müssen uns bemühen, ihr, dem Unerklärlichen, immer mehr an Terrain abzugewinnen, und sie bis an die letzten Grenzmarken verfolgen, die unser Geist nicht weiter zu überschreiten vermag. Wir müssen endlich den allgewaltigen Gesetzen der Physik und Chemie die Rechte vindiciren, die diese auch auf die organisirten Körper nicht aufgeben; wir müssen mit einem Worte in das Bereich des Bekannten, des Erklärlichen herüberziehen, was bisher mit dem Worte Lebenskraft als unerklärlich aufgegeben wurde und diese Dynamis nur auf die äussersten Grenzen menschlicher Forschung beschränken.

Blicken wir nur einige Lustra zurück, und überschauen die Menge von Erscheinungen in der organischen Welt, die man damals von der in ewigen Nebel gehüllten Lebenskraft herleitete, während wir sie jetzt nach den Forschungen eines *Magendie*, *Valentin*, *J. Müller*, *Weber* und Andrer als einfache Folgen rein physischer Gesetze erkannt haben. Der Blutlauf in den Arterien und Haargefässen, die Contractilität dieser Röhren, ist fast ganz auf physikalische Gesetze reducirt, während noch *Bichat* seine vitalen Kräfte für die Bewegung des Blutes sorgen liess. Tausend andre Fälle der Art liessen sich noch anführen; doch wir brauchen blos die Geschichte der Physiologie der letztern Jahre zu überschauen. Während man sonst meist nur aus einer Vergleichung der Organe bei Menschen und Thieren einzelne Wahrheiten der Physiologie ängstlich zu errathen versuchte, haben die neuern Physiologen eine reichliche Quelle von Wahrheiten in Benutzung der auf das Experiment und den Calcul begründeten physischen

Gesetze gefunden, und oft gelingt es ihnen, diesen unverrückbaren Compass im Auge, die Klippe der Unsicherheit und des Irrthums, die Lebenskraft, glücklich zu umschiffen, an der sonst die Kraft vieler Genies zersplitterte.

Noch hat aber der Theil der physischen Kräfte, die man unter dem Chemismus begreift, in seiner Anwendung auf Physiologie nicht seine volle Anerkennung gefunden. Diese Disciplin der physischen Wissenschaften, deren man sich früher mehr als Spielzeug bediente, um Sinne oder Phantasie zu ergötzen, war noch zu jung, als dass sie in ihrer urplötzlichen, schnellen Entwicklung schon nach allen Seiten hin hätte Blüthen treiben und Früchte tragen können; doch schon jetzt vollendet sie ihre Entwicklung auch nach der organischen Natur hin, und bereichert die Wissenschaft des generellen Lebens mit bisher verborgenen Wahrheiten. Und doch gewannen die Physiologen kein rechtes Zutrauen zur Chemie; und wie konnte man auch der Chemie, von den Deutschen *Scheidekunst* genannt, weil ihr Wesen hauptsächlich im Scheiden, im Trennen, im Zerstören bestand, wie konnte dem Chemismus, der nur wenige, an Quantität und Qualität unbedeutende Körper zusammenzusetzen uns lehrte, wie konnte diesem scheinbaren Zerstörungsprincipe das Vermögen zugedacht werden, uns Aufschluss über die Zusammensetzung und Bildung der feinsten, subtilsten und höchsten Materie zu geben? Man schob daher alle Erscheinungen in der belebten Welt, die aus Affinitätsgesetzen sich hätten herleiten lassen, durch Beispiele verkehrter Anwendung des Chemismus auf Lebensprocesse geschreckt, dem geheimnissvollen Wirken der Lebenskraft zu, und verstopfte gewaltsam die Quelle, aus der noch in Klarheit so manche Erscheinung hätte hervorströmen können.

Einen bedeutenden Nachtheil erlitt aber wohl die Anwendung der Chemie auf Physiologie durch die Entdeckung, dass nichts organisirtes ohne Ei oder Saamen entstehen könne; denn die *Generatio aequivoca* gehört wohl jetzt nach den vortrefflichen Untersuchungen *Ehrenbergs* nur noch der Geschichte der Naturwissenschaften an. Wenn es also gewiss ist, dass nichts Organisirtes aus den umhergestreuten Elementen träger Materie entstehen kann, wenn das Organisirte nur im Organisirten seinen Ursprung hat, und nur Leben Leben erzeugt, so kann wohl auch die Fortbildung des

Organisirten nur durch das Organisirte selbst, durch das Leben oder die Lebenskraft bedingt werden. Mit einer solchen Folgerung hielt man die Unmöglichkeit für erwiesen, dass durch die Chemie ein Blick auf die Entstehung und Fortbildung organischer Materie gethan werden könne. Wir können jedoch nicht hieraus ersehen, wodurch somit der Chemie alles Anrecht auf die Erklärung der Bildungsprocesse in organischen Körpern entzogen worden sei. Wir müssen zugeben, dass wir in den Naturwissenschaften zuweilen an gewisse Marksteine kommen, von denen wir deutlich sehen, dass sie der menschliche Geist nicht überschreiten kann und niemals überschreiten wird. So vermag die vollendeteste der Naturwissenschaften, die Astronomie, es nicht und wird es nie vermögen, zu erklären, wie das Planetensystem zuerst mit seinen Trabanten in Bewegung gesetzt worden ist, was den ersten Impuls zu den excentrischen Bahnen der in unsere Planetensysteme herüberstreifenden Cometen gab. Wir wissen trotz der Theorie von *Laplace* nicht, was zuerst Veranlassung zur Bildung der Erde gab; wir halten uns ziemlich überzeugt, dass zu einer gewissen Zeit der Erdumbildung mit einem Male Pflanzensaamen auf derselben ausgestreut wurde; wir sind überzeugt, dass Jahrhunderte hindurch auf der Erde eine üppige Vegetation emporspross, ehe noch die Sonne das erste Thierei ausbrütete; ja wir halten uns überzeugt, dass erst nach den jüngsten Revolutionen der Erdoberfläche die höhern Thiere und der Mensch auf derselben erschien. Die Naturwissenschaften haben uns hier an ihre Grenzen geführt, die wir als solche deutlich erkennen, und von denen wir wissen, dass wir sie nie übersteigen können, ohne etwa das Gebiet der Naturforschung ganz zu verlassen und in die Regionen der Metaphysik emporzusteigen. Wenn wir so an die Grenzen, an die Anfänge gewisser Naturerscheinungen gelangt sind, so folgt daraus nicht, dass, weil wir den Ursprung nicht wissen, nicht ahnen können, wir auch nicht den Fortgang zu begreifen vermöchten. Der menschliche Geist hat sich nicht abschrecken lassen, die Bewegung der Himmelskörper zu erforschen, obgleich er den Anfang der Bewegung nicht kannte und nie ihn kennen zu lernen hoffen durfte; er hat sich nicht abschrecken lassen, und es ist ihm gelungen, die Gesetze jener Bewegungen, den Fortgang der einmal zuertheilten Bewegung auf das genaueste zu erkennen, und die Zukunft sol-

cher Bewegung vorherzusagen; denn die Gesetze bleiben ewig unverändert, das Primum movens ist nicht zu bemerken, es greift nicht mehr in die nun jenen Gesetzen folgende Bewegung ein. So ist es auch mit der ersten Bildung des Organischen als Saamen oder Ei; keine Forschung wird es je erstreben, darzuthun, wie der Keim entstehe, und was die erste Schöpfung von Ei und Saamen bedingt habe: wir sind aber darum nicht verhindert, die Gesetze der einmal eingeleiteten organischen Bewegung so gut zu erforschen, wie die Regelmässigkeit der Fortbewegung an den Himmelskörpern. So wie im Weltraume die erste bewegende Kraft nur den Anlass zur Bewegung und der Gesetzmässigkeit derselben gab, und dann nicht von Neuem an der einmal gegebenen Ordnung änderte und durch erneute Eingriffe an dem einmal geschaffenen Werke herumflickte, so hat auch die den Keim erzeugende Kraft demselben die Gesetze für seine Fortentwickelung und für weitere Stoffbildung und Aufnahme eingepflanzt, und greift später nicht mehr in die festgestellten Gesetze ein; sie hat dem belebten Organismus keinen Conducteur oder Aufseher mit auf den Weg gegeben, der die einmal geheiligten Naturgesetze modeln, der *Wunder thun* dürfte. Das Wunder der Natur ist eben die unverrückbare Gesetzlichkeit aller Erscheinungen. Ist also einmal auch dem organisirten Körper die Gesetzlichkeit eingepflanzt, so dürfen wir hoffen, auch die Gesetze der organischen Natur, wenn auch spät erst, so gut zu erforschen, als es vielen Generationen vor uns gelang, die physischen Gesetze der Himmelserscheinungen zu erfassen.

Die dem Keime eingepflanzten Gesetze stehen aber nicht in Widerspruch mit den physischen Gesetzen, nein beide wirken zu gleicher Zeit auf die träge Materie. Der Mond muss anders schwingen um die Sonne, als die Vesta, da er nicht nur der Anziehung zur Sonne, sondern auch der Attraction zur Erde unterliegt: so wird die Bewegung der Molecüle in den organisirten Körpern eine andre sein, als die durch die physischen Gesetze allein bedingte; die letztern *erscheinen* nur verändert; sie sind es in Wahrheit nicht und wirken fort und fort auf die Materie, die im Organismus ausser ihnen nur noch andern Gesetzen, aber nicht einer Wunder thuenden Lebenskraft allein unterworfen ist; es wirkt im Organismus ein Polygon von Kräften, dessen einzelne

Factoren wir nur noch zu wenig kennen, um die Resultirende mit Sicherheit vorauszubestimmen. Doch es wird die Zeit kommen, wo die einzelnen Factoren genauer erkannt sind, und wir jedem Gesetze seinen Antheil an der organischen Bewegung, an den Erscheinungen im belebten Organismus genauer zuertheilen können, wo wir wissen, wieviel Geltung die physischen Gesetze auch im Organismus haben, wenn wir sie auch nicht mit leiblichem Auge anschauen können. Giebt es darum keinen Luftdruck, weil wir ihn nicht fühlen? Soll es deshalb keinen Chemismus in organisirten Körpern geben, weil wir seine Wirksamkeit noch nicht überall erkannt haben? In den thierischen wie in den pflanzlichen Organismen ist die chemische Kraft nicht etwa durch einen Zauberschlag der Lebenskraft aufgehoben; unter der Mitwirkung der organischen Gesetze erhält die chemische Action nur eine andre Richtung; finden wir doch, dass schon unter dem Einflusse verschiedener physischer Agentien der Chemismus sich verschieden gestaltet; oft werden die stärksten chemischen Verwandtschaften zwar nicht vernichtet, aber doch unthätig gemacht durch an sich höchst indifferente Substanzen; Schwefelsäure scheint ihrer Verwandtschaft zu Basen verlustig gegangen zu sein, wenn wir ihre alkoholische Lösung mit kohlensaurem Kalk zusammenbringen; Borsäure verdrängt kaum die schwächern Säuren aus ihren Verbindungen, während sie in der Hitze die stärksten Säuren austreibt; Eisen verbindet sich nicht mit dem Schwefel der Schwefellebern, wenn mit ihm eine nicht flüchtige organische Substanz in Lösung ist. Wir halten deshalb nicht die Affinität für erstorben in jenen Fällen, wir finden darin keine Naturwidrigkeit, kein Wunder. Die chemische Kraft ist nicht aufgehoben, nur die äussern Verhältnisse, die Bedingungen der Thätigkeit sind verändert. Kraft ist bekanntlich nichts weiter, als die von uns den Naturgesetzen untergeschobene Ursache; stimmen Thatsachen nicht mit unsern Gesetzen überein, so haben wir die Begriffe jener Gesetze verkannt; wir müssen die Kräfte, die nur der kurze allgemeine Ausdruck für die Gesetze sind, in engre Grenzen einschliessen und für verschiedene Bedingungen auch verschiedene Gesetze aufzufinden suchen. So müssen wir auch die Gesetze erforschen, nach welchen der Chemismus unter Mitwirkung der organischen Gesetze und Bedingungen modificirt wird und ganz ver-

schieden von dem nur physischen Agentien folgenden Chemismus erscheint.

Albinus *) hatte keinen oberflächlichen Blick in das Wesen organischer Thätigkeit gethan, als er die Behauptung aufstellte, das Wesen der Lebenskraft bestehe wesentlich in Bewegung. Ist dieser Ausdruck für die organische Action auch etwas zu generell aufgefasst, so lässt sich doch nicht verkennen, dass wir da Leben annehmen, wo wir immerwährenden Wechsel der Erscheinungen, stete Veränderungen wahrnehmen, bedingt durch stete Bewegung der Molecüle des organisirten Körpers, sowie der Organe selbst. Hat *Albinus* auch dabei übersehen, dass zur Lebensbewegung einerseits noch mehr gehört, indem wir hier meist den Grund und den Zweck der Bewegung begreifen, ohne die nächste Ursache zu erkennen, und andrerseits auch an den Himmelskörpern eine immerwährende Bewegung wahrgenommen wird, aus der wir doch wenigstens nicht auf das Leben jener Körper schliessen: so bleibt doch rücksichtlich der Substrate der Lebensäusserungen, rücksichtlich der von den organischen Gesetzen geleiteten Bewegung jener Satz für die niedere Sphäre des Lebens richtig; denn wir finden eben überall da, wo wir Leben in der Materie finden, eine immerwährende Bewegung wenigstens der chemischen Molecüle.

Im Bezug auf die den Physiologen zugängliche Sphäre des Lebens finden wir, so lange wir uns fern von den Grenzen der Metaphysik halten, immerwährende Umwandlungen in den materiellen Substraten; die physischen Kräfte suchen sich immer ins Gleichgewicht zu setzen, die durch diese bewegte Materie findet oder kann wenigstens ihren Gleichgewichtspunkt, ihren Ruhepunkt finden, die physischen Kräfte wirken noch fort auf die Materie, wenn sie in Ruhe gelangt ist, denn nur durch das gegenseitige Fortwirken besteht das Gleichgewicht; der durch physische Gesetze bewegte Körper scheint gleichsam nur der Ruhe zuzueilen; der anorganische Chemismus ist so lange thätig, bedingt so lange Bewegung und Umwandlung, bis den stärksten Verwandtschaften Gnüge gethan.

Ganz anders verhalten sich die physischen Kräfte in Concurrenz mit den organischen, ganz anders die Bewegung in organi-

*) *Albinus,* de natura hominis p. 39.

sirten Körpern; in ihnen spricht sich gerade das Streben nach Dauer der Bewegung aus, alles was in die Richtungslinie jener concurrirenden Kräfte kommt, wird zu gleicher, dauernderer Bewegung mit fortgerissen; wohl findet ein Compensiren einer überragenden Kraft statt, aber nie tritt Gleichgewicht ein, so lange organische Gesetze noch wirken; denn das Gleichgewicht ist Ruhe, und in der Ruhe ist kein Leben, im Gleichgewicht ist der Tod.

Wir haben also in der niedern Sphäre des Lebens unser Augenmerk vorzüglich auf drei Punkte zu richten, durch welche sich das Characteristische in der organischen Bewegung, im Wechsel und der Umwandlung der Stoffe ausspricht, nämlich erstens die stete Bewegung an sich, ohne die das Leben nicht mehr Leben ist, zweitens die Mittheilung und Uebertragung dieser Bewegung auf das, was bisher im Gleichgewicht der physischen Kräfte war, und endlich das immerwährende Compensationsvermögen, durch welches die Bewegung nach irgend einer Seite hin zu excediren verhindert wird.

Betrachten wir zunächst die unter dem Einfluss der organischen Gesetze stehenden Bewegungen der chemischen Molecüle in belebten Körpern, so sehen wir wohl die Wirkungen des Chemismus verändert, allein überall erkennen wir, dass der Chemismus die Grundlage aller Bewegungen, aller Erscheinungen ist, und dass er nicht aufgehoben, sondern nur modificirt ist, wie so oft die Affinität unter dem Einflusse verschiedener Temperaturen. In allen organisirten Körpern finden wir meist auffallend grosse Mengen freien Wassers, die in der Regel das Gewicht des ausgetrockneten Körpers um ein bedeutendes übersteigen; mit diesem Wasser wird dem Körper zugleich das Leben entzogen, denn ohne dieses kann keine Lebensthätigkeit bestehen; dagegen sind in der Regel diejenigen organisirten Theile mit dem regsten Leben begabt, welche am meisten mit Wasser getränkt, am weichsten und flüssigsten sind, während die trockneren Gewebe nur wenig Leben zeigen, ja meist nur mechanisch wirken. Ohne flüssiges Wasser ist kein Leben möglich, so wie keine chemische Bewegung. Die kleinsten Theile eines Körpers oder eines Organs müssen einer grossen Beweglichkeit geniessen, um zu Affinitäts-, so wie zu Lebensäusserungen fähig zu sein; deshalb hemmt Kälte die Zersetzung freier Cyansäure, tritt sie der Fäulniss und Ver-

wesung entgegen, hindert sie des Bluts Gerinnen, und sistirt die Bewegung der chemischen Molecüle, wodurch sie mit dem Stoffwechsel auch das Leben vernichtet. Die Beweglichkeit der chemischen Molecüle, die Fähigkeit der Materie, unaufhörlich verändert und umgestaltet zu werden, sind Hauptbedingnisse organischer Thätigkeit.

Die durch Lebensthätigkeit geleitete chemische Bewegung unterscheidet sich wesentlich von andrer einige Zeit hindurch dauernder Bewegung chemischer Molecüle, z. B. von der chemischen Thätigkeit, die wir beim Schwinden des Lebens in organischen Körpern wahrnehmen. Bei der Fäulniss und Verwesung verräth sich in der chemischen Bewegung selbst ein Streben nach Vereinfachung der Radicale, ein Streben nach Ruhe; bei diesen Zersetzungen bilden sich immer festere Verbindungen, immer dauerndere Körper, bis endlich unzerlegbare Radicale oder deren constanteste Verbindungen gebildet sind, worauf Gleichgewicht, Ruhe erfolgt. Bei der chemisch-vitalen Motion ist kein Streben nach Ausgleichung und Ruhe zu bemerken, sondern eine Bewegung geschieht nur, um eine andere hervorzurufen, der Zweck der Umwandlung ist gleichsam nur neue Umwandlung; die Molecular-Bewegung selbst erhält sich durch Bewegung und giebt Anlass zu neuer Bewegung; eine oder mehrere in Umwandlung begriffene Substanz bedingt das Entstehen einer neuen Substanz, in der selbst wieder die Quelle neuer Bewegung liegt, d. h. es entstehen durch die chemische Thätigkeit neue Substanzen, die nicht, wie bei der Fäulniss und Verwesung durch ihre Beständigkeit sich auszeichnen, sondern gerade dadurch, dass sie zu neuer Bewegung, neuer Zersetzung, neuer Umwandlung äusserst geneigt sind; daher beobachten wir auch bei den Processen der höchsten Lebensthätigkeit in den Organen die Bildung der allerzersetzbarsten, gleichsam von selbst zerfallenden Substanzen; Diastase, Speichelstoff, Pepsin, Bilin, die leichtest zersetzbaren Stoffe entstehen nur bei höherer organisch-vitaler Thätigkeit; diese Stoffe sind noch wenig untersucht von den Chemikern, denn schon unter ihren Händen wandeln sie sich unaufhörlich um. Es ist also nicht das Beharrungsvermögen der trägen Materie, welches hier die Fortdauer der Bewegung und sonach das Leben bedingt; sondern das Zurruhekommen der Molecüle wird in ähnlicher Weise ver-

hindert, wie das Fallen beim Gehen und Laufen des Menschen; die chemischen Molecüle befinden sich nicht in ihrem stabilen Schwerpunkte, nicht in dem stärksten Verwandtschaftsgrade: das Fallen, die constantere Vereinigung, das Aufhören der Bewegung wird durch gleichzeitige andre Bewegung verhindert, der Schwerpunkt immer labil, die Verwandtschaftsäusserungen immer au courant erhalten. Durch die Verschiedenartigkeit der Substanzen, die beim Stoffwechsel in Pflanzen und Thieren in Concurrenz kommen, wird eine Molecülenmasse durch die andre während der allgemeinen Bewegung und Umsetzung verhindert, in ihren natürlichen Schwerpunkt zu gelangen, und immer nach neuen Richtungen hin abgelenkt, wenn sie im Begriff ist, ihren chemischen Schwerpunkt, die Ausgleichung der stärksten Affinitäten zu finden. Deshalb wird auch durch viele Gifte die chemische Thätigkeit im lebenden Körper sehr bald aufgehoben, indem durch dieselbe einzelne wichtige Factoren der organischen Bewegung zum Stillstand gebracht, d. i. chemisch gebunden werden, gleich wie wir diess bei der Fäulniss und Verwesung gesehen haben; wir erinnern nur an das Quecksilberchlorid und die arsenige Säure.

Jene organisch-chemische Bewegung ist aber eine der am schwierigsten zu erforschenden Molecularbewegungen; sie ist von allen die complicirteste; denn nicht nur, dass an einem Orte und zu gleicher Zeit aus mehreren Substanzen mehrere neue gebildet werden, findet auch schon in gleichem Maasse eine Zerstörung, eine neue Umwandlung der kurz vorher gebildeten Substanzen statt; stellen wir uns z. B. das Muskelgewebe vor; in diesem wird die Muskelfaser gebildet, in diesem besteht sie, den höhern Zwecken des Lebens dienend, und wird ebendaselbst und ebendadurch wieder zu derselben Zeit, wo neue Faser sich bildet, auf neue Weise umgewandelt; wir haben also an einer Stelle und zu gleicher Zeit den Anfang oder das Entstehen einer Substanz, das Bestehen oder die Benutzung derselben und ihr Ende oder ihre Auflösung. Zuweilen consolidirt sich auch einer der Bewegungsfactoren, ohne der allgemeinen Bewegung Eintrag zu thun; eine Molecülenmasse findet ihren chemischen Schwerpunkt und bildet eine constantere Verbindung; einzelne Molecülengruppen gelangen zur Ruhe und lagern sich ab; vorzüglich ist diess im Pflanzenreiche der Fall, wo eine Rückbildung und Wiederausscheidung sich

weniger und seltner als im Thierreiche zeigt; solcher consolidirten Moleculargruppen haben wir im Pflanzenreiche am Holzfaserstoff, am Stärkmehl, im Thierreiche an der Tela cornea, am Knorpelgewebe und ähnlichem.

Betrachten wir aus diesem Gesichtspunkte das Leben in den organischen Substraten als eine immerwährende Bewegung von Molecülen und Molecülenaggregaten, als einen ununterbrochenen Process, in dem sich Anfang, Fortgang und Ende der Bewegungen zu gleicher Zeit kreutzen: so dünkt es uns wohl nicht mehr auffallend, warum es dem Chemiker noch nicht gelang, die physiologisch-chemischen Processe in allen ihren Richtungen zu erforschen, so wie alle Substrate, die bei einem solchen Processe concurriren, aus dem scheinbaren Chaos herauszusuchen und genau dessen Eigenschaften zu erkennen. Ja ein Irrthum ist es, wenn der Chemiker sich schmeichelt, bei der ewigen Umwandlung der Stoffe das Leben und die Bewegung der organischen Substrate mit einem Male hemmen, und die Lage der chemischen Molecüle in dem Augenblicke des Stillstands erforschen zu können, wenn er wähnt, die von ihm ausgeschiedenen Stoffe seien vollkommen das, was sie während der Lebensbewegung aller Molecüle im organisirten Körper waren. Es ist unmöglich, mit einem Schlage das Räderwerk der Molecularbewegung aufzuhalten und die bewegten Theile mit einem Male stehend und starr zu machen, sie auf ihrem labilen Schwerpuncte zu erhalten, und die einzelnen Theile dieses chemisch-vitalen Mechanismus auseinander zu nehmen. So wie wir selbst die gährungserregende Hefe nicht zu analysiren im Stande sind, da sie eben nur als sich umwandelnde Substanz, nur durch den Act der Umwandlung Gährung erregt: so kann der Chemiker auch in Wahrheit nicht die organisirte Materie selbst erforschen, indem er nur die Producte der im belebten Körper statt habenden Molecularbewegung, nicht den Act der Bewegung selbst seinen Lösungsmitteln, seinen Reagentien zu unterwerfen vermag. Aber auch das Messer des Anatomen, dem die Physiologie ihre Basis verdankt, bringt nicht das Leben zur Anschauung, sondern nur die oft schon verzogenen Gebilde desselben. Hat aber die mechanische Zerlegung der Substrate belebter Körper so grosse, so unbeschreibliche Aufschlüsse über das materielle Leben geliefert; sollten wir dann noch die Hoffnung

aufgeben, dass es nicht auch durch chemische Zerlegung gelingen werde, einzelne Grössen zu finden, um daraus die höchste unbekannte Grösse berechnen, erfassen oder wenigstens errathen zu können?

Nachdem wir uns von der Art und Weise der chemischen Bewegung in den Substraten belebter Körper ein Bild zu machen und vorzüglich das Dauernde in jener Bewegung uns zu verdeutlichen versucht haben: werden wir zu einem zweiten Hauptmomente der chemisch-vitalen Bewegung geleitet, das sich insbesondre in der Mittheilung dieser Bewegung zu erkennen giebt. *Liebig* war der erste, der, *Berzelius*' katalytische Kraft perhorrescirend, ein gewisses Beharrungsvermögen bei der Bewegung chemischer Molecüle annahm, und dadurch einige Erscheinungen der anorganischen wie der organischen Chemie, die man sich nicht nach den gewöhnlichen Verwandtschaftsgesetzen erklären konnte, auf die gnügendste Weise ins Licht setzte. Wir haben in dem Obigen dieses der Natur wahrhaft abgelauschte Gesetz näher zu bezeichnen, und nach *Liebig* insbesondre auf die freiwilligen Zersetzungsprocesse organischer Substanzen anzuwenden versucht. Dieser geniale Naturforscher hat, die Geltung dieses Gesetzes der chemisch-vitalen Bewegung in Organismen wohl erkennend, einige physiologisch-chemische Processe, die man früher von allerhand Kräften ohne Bedeutung herleitete, auf eine einfache Weise erklärt. Ohne diesem Gesetze dieselbe Ausdehnung auf Physiologie und Pathologie wie *Liebig* zuschreiben zu können, heben wir dasselbe doch als einen der Coëfficienten des organisch-vitalen Chemismus hervor.

Unerforschlich wie der erste Impuls, durch den die Sonnen mit ihren Planeten und Trabanten in ihre Bahnen geschleudert wurden, bleibt uns der erste Ursprung aller Lebensbewegung; wagen wir aber, die Gesetze, an welche die einmal eingeleitete Bewegung organischer Molecüle geknüpft ist, einigermassen zu verfolgen, so können wir hie und da bei der Entwickelung und Ausbildung, bei der Reproduction und Ausscheidung in organisirten Körpern die Mitwirkung dieses Gesetzes als mitwirkender Kraft unmöglich verkennen. In der Annahme dieses Gesetzes liegt die Erklärung, wie die allem Chemismus scheinbar so wiedersprechende Anähnlichung der Stoffe möglich ist. Der Keim im Ei

und Saamen ist umhüllt von Stoffen, deren Molecularzusammenfügung schon durch leichten Stoss erschüttert und zur Umwandlung veranlasst werden kann. Das *Stärkmehl* der Cotyledonen geht sehr leicht durch geringe Umlagerung seiner Atome oder durch Abgabe oder Aufnahme von Wasser in ihm wenig ähnliche Körper über, die wir häufig im Pflanzenreiche verbreitet finden, in Gummi, Gallert, Rohr- und Krümelzucker, Holzfaserstoff u. s. w. Das Eiweiss der Eier ist ebenfalls ohne Verlust der wesentlichsten Atome seiner Bestandtheile der mannigfachsten Veränderungen fähig; das *Protein*, der erste und wichtigste der Thierstoffe, ist ein Proteus in seinen Verwandlungen; wir finden es überall im Thierkörper oft in den seltsamsten Gestalten; doch überall ist es dieselbe Atomgruppe, deren Zusammenfügung sich immer verändert, um andre physische und zum Theil auch andre chemisohe Eigenschaften hervortreten zu lassen, ohne dabei den Atomencomplex selbst zu zerstören; wir finden täglich neue Modificationen von Protein im gesunden und krankhaften Körper. Mit solchen wandelbaren Stoffen, deren Moleculargebäude einen unsichern Schwerpunkt zeigt, umgab die Natur den Keim; entsteht in diesem die geringste Bewegung, so theilt sich diese leicht den Molecülenmassen mit, die nur zu leicht von ihrem Schwerpunkt wanken; die Natur umgab also den schwächer strömenden Quell des Lebens mit Stoffen, die sich leicht mit in den Strom desselben hineinziehen lassen. Sollen wir glauben, die Lebenskraft stecke im keimenden Saamen, um aus dem Stärkmehl Zucker zu fabriciren? oder der Impuls der vital-chemischen Bewegung pflanze sich auf die leicht wankenden Molecüle fort, da wir ja auch in unsern Digerirflaschen dem Stärkmehl solche Stösse ertheilen können, dass seine Molecüle anders sich gruppirend, in andrer Richtung ihren Schwerpunkt finden? Wenigstens ist die letztere Erklärung eine Verdeutlichung jener Processe, gegründet auf vielfache Analogien; während die erstere eine geistige Verdunkelung dessen ist, was wir mit leiblichen Augen schauen. Es scheint, als ob dann erst, wenn alles Stärkmehl, alles Eiweiss mit in die Bewegung des Keimlebens fortgezogen worden ist, der Strom des Lebens sich genugsam verstärkt habe, um andre Massentheilchen, die auf festern Schwerpunkt ruhen, mit sich fortzureissen und durch dieselben sich zu erweitern. Erst dann scheint

die Quantität der chemisch-vitalen Bewegung gross genug zu sein, um Körpern von stabilern Schwerpunkt eine Bewegung mitzutheilen, die dann von physischen und vitalen Gesetzen regulirt wird. Durch das Hinzutreten neuer Materie zu der bewegten Masse wird die Geschwindigkeit der Lebensbewegung keineswegs so vermindert, wie etwa die Bewegung beim Stosse unelastischer Körper, die ganze Quantität der Bewegung wird vermehrt, denn der Umsturz der vorher auf fester Basis ruhenden, chemischen Massen giebt nun Anlass zu neuer Erschütterung und erneuter Bewegung, gleich wie ein einziges Atom Oxalsäure hundert und mehr Atome Oxamid in oxalsaures Ammoniak zu verwandeln, oder ein einziges Bläschen Luft unendliche Mengen von Pflanzensaft in Gährung zu versetzen vermag, oder gleich der Lawine, die auf schneeigen Abhängen herabstürzend, an Masse wie an Geschwindigkeit gewinnt. Diese Art der Lebensbewegung widerspricht wenigstens den physischen Gesetzen nicht; sie zeigt wenigstens ihre Analogien mit rein mechanischen oder rein chemischen Bewegungen; und eben diese Analogien sind es gerade, die der Naturforscher aus der Lebensbewegung herausfinden muss, um von den bekannten Factoren dieser Bewegung auf den noch unbekannten Coëfficienten schliessen zu können; das vitale Gesetz lässt sich nur dann auffinden und näher beschreiben, wenn alles, was in der Lebensbewegung von physischen und chemischen Gesetzen herrührt, gehörig erforscht und erkannt ist.

Im Pflanzenreiche erscheint jene Lebensbewegung indessen nicht völlig gleich der des thierischen Organismus. Die Stoffbewegung in Vegetabilien hat nicht nur eine bedeutendere Quantität, sondern erstreckt sich auch auf die chemischen ebenso sehr als auf die mechanischen Molecüle zusammengesetzter Substanzen; bietet aber endlich gewisse Stützpunkte dar, auf denen die labilsten Moleculargruppen ihren Schwerpunkt finden; während im thierischen Organismus die Quantität der Bewegung weit geringer ist: denn hier werden nur die Molecülenmassen von labilerem Schwerpunkt erschüttert, und meist erstreckt sich die Mittheilung der Bewegung nur auf die mechanischen, nicht auf die chemischen Molecüle; die wesentlichen thierischen Stoffe sind meist vielgestaltig, *polymorph*, sie erhalten sich selten längere Zeit auf ihrem wankenden Stützpunkte, und stürzen alsbald, nicht weiter von der

vitalen Bewegung getragen, in einzelne Gruppen zusammen, wie der reine Chemismus es fordert; diese rein chemischen Producte werden dann aus dem Organismus selbst entfernt, während der pflanzliche, hinaufbildende Organismus den Massen seiner Bewegung endlich einen sichern Stützpunkt gewährte.

Dass die Quantität der chemisch-vitalen Bewegung in Pflanzenorganismen eine bedeutende Grösse haben müsse, geht daraus hervor, dass die stärksten Fesseln, wodurch die Elemente rein anorganischer Körper zusammengehalten sind, durch ihren Impuls gesprengt oder allmählig gelöst werden, so dass selbst die sonst alles übertreffende Anziehung des Sauerstoffs zu andern Elementen überwunden und scheinbar vernichtet wird; das Pflanzenreich bereitet, wie wir später ausführlicher zeigen werden, seine Stoffe nur aus Wasser, Kohlensäure und Ammoniak, und zeigt seine chemisch erschütternde Kraft hauptsächlich bei Trennung und Entfernung des chemisch kräftigen Sauerstoffs. Von dem thierischen Organismus wird dagegen kein Wasser, keine Kohlensäure, kein Ammoniak oder kein Stickstoff aufgenommen, um in die Lebensbensbewegung mit hineingezogen und chemisch verändert und verbunden zu werden; der Thierorganismus entnimmt seine Nahrungsmittel nur aus den im Pflanzenreiche gebildeten Stoffen labileren Schwerpunkts, und zieht sie in seine Bewegung hinein, nicht um die Molecülengruppen zu zertrümmern und neue daraus aufzubauen, sondern nur um diesen bestimmten Gruppen eine andere Lagerung, eine andre Zusammenfügung, eine neue Form zu geben. Wir werden im Verlaufe dieser Schrift durch Experiment und Calcul zu erweisen versuchen, dass das Pflanzenreich bereits alle Stoffe bereitet, die der thierische Organismus zu seiner Ausbildung nöthig hat, und dass der letztre aus dem Pflanzenreiche nur gewisse Stoffe sich aussucht, die er dann meist nur umgestaltet, nicht aber zerstört, um neue Stoffe zu bilden.

Ein wichtiger Unterschied zwischen der pflanzlich-vitalen und der thierisch-vitalen Stoffbewegung liegt noch darin, dass in der vegetabilischen Natur die Masse der Bewegung, durch Herbeiziehen äusserer, todter, träger Materie vergrössert, endlich wieder dadurch eine Verminderung findet, dass einzelne Massentheile hie und da einen Stützpunkt finden, wo gewisse Molecularanhäufungen aus der Bewegung heraus und in Ruhe gelangen; so

lagert sich Faserstoff, Stärkmehl, Gummi und Kleber im Pflanzenreiche ab. Im thierischen Organismus werden zwar auch einzelne Massen aus dem Kreise der allgemeinen Bewegung entfernt, allein alle nur auf gewisse Zeit; die höhern Lebensfunctionen bringen bald wieder in diesen aus der Lebensbewegung der bildenden Materie zur Ruhe gelangten Moleculargruppen eine Erschütterung hervor, die dieselben ihre Zusammenfügung, ihren Stützpunkt ganz verlieren lässt, so dass sie nun je nach den Affinitätsanziehungen der einzelnen Radicale und Elemente zu neuen Körpern zusammentreten, die meist nur von geringerm Einfluss auf die fernere Lebensbewegung sind, wenig Nutzen dem allgemeinen Leben bringen und deshalb sehr schnell aus dem Organismus entfernt werden. Diess sind die Ausscheidungsstoffe der thierischen Organismen; diese sind ihrer Natur nach nichts als die ersten Producte einer Verwesung, die schon im thierischen Organismus selbst begann; das Untauglichgewordene im Thierorganismus fängt schon in ihm selbst an zu zerfallen und wird durch den zugeführten Sauerstoff zur Ausscheidung erst befähigt. Im Pflanzenorganismus finden wir jedoch, so lange derselbe gesund zu nennen ist, keine excernirten Stoffe; alles was dort aus der Sphäre der Bewegung heraustritt, dient entweder als feste Grundlage für die weitre Ausdehnung des Organismus oder als Nahrungsdepot, welches zu seiner Zeit wieder in den Strom der Lebensbewegung hineingezogen wird.

Die Ausscheidungsstoffe der Pflanzen sind trotz *Boussingault's* neuerer Versuche noch sehr problematisch. Die Beweise für die einzelnen oben ausgesprochenen Sätze werden sich in der weitern Ausführung dieses Gegenstandes und aus den beigefügten Versuchen ergeben.

Bei der organischen Bewegung hatten wir noch ein drittes Moment hervorgehoben, nämlich das Compensationsvermögen derselben, welches vorzüglich dann recht sichtbar wird, wenn äussere Einflüsse auf die Bewegung selbst nachtheilig zu werden anfangen. Wir müssen hierbei zuerst erwägen, dass die organische Bewegung keine geradlinigte, keine gleichförmige ist, sondern dass sie in allen ihren Aeusserungen sich als eine oscillirente zu erkennen giebt, die immerwährend nach mehreren Seiten hin auszuweichen strebt, aber durch das ihr inwohnende Compensations-

vermögen daran verhindert wird. So wie wir den Einfluss der Wärme auf den belebten Organismus durch gesteigerte Verdunstung der Flüssigkeiten compensirt sehen, gleich der Einwirkung der Wärme auf das Compensationspendel: so wird auch bei der nach allen Richtungen hin schaukelnden organischen Bewegung, die durch mehrere Kräfte geleitet wird, die Regelmässigkeit derselben dadurch erhalten, dass eine oder die andre zufällig vorwaltende Kraft sich in sich selbst aufhebt, und durch gleichzeitigen Angriff auf verschiedene Theile der Bewegung von der einen Seite her unschädlich macht, was von der andern her eine Störung in der Gesetzmässigkeit der organischen Bewegung hervorbringen könnte. Für dieses Compensationsvermögen der organischen Bewegung finden wir die meiste Bestätigung in den abnormen Erscheinungen derselben, in den pathologischen Phänomenen; und gerade deshalb ist auch dieses Moment der chemisch-vitalen Bewegung von der grössten Wichtigkeit für Physiologie und Medicin. Wird z. B. durch irgend einen Einfluss eine vermehrte Bildung von Säure im pflanzlichen oder thierischen Körper veranlasst, so erzeugt sich zum grossen Theil durch die Säure selbst eine Basis, mit welcher sich jene verbindet und so ihren nachtheiligen Einfluss auf die allgemeine Molecularbewegung wieder verliert.

So entstehen in gewissen Pflanzen, z. B. Solanum grössere Mengen von Alkaloiden, wenn nicht Alkalien genug dem pflanzlichen Organismus zugeführt werden, um die organische Säure zu sättigen. Im thierischen Körper haben wir diess bei dem Genusse stickstofffreier Nahrung zu beobachten Gelegenheit; nach mehrtägigem Genusse von Zucker fand ich im Harn wenig Harnstoff, wenig freie Milchsäure, dagegen eine grössere Menge milchsauren Ammoniaks und Kalis; unter *Milchzucker* ist bewiesen worden, dass wenigstens ein grosser Theil des Zuckers im thierischen Organismus in Milchsäure verwandelt wird; die grosse Menge erzeugter freier Säure hätte grosse Veränderungen in der ganzen Stoffmetamorphose hervorbringen müssen, wenn sie nicht selbst den Organismus zu vermehrter Alkalibildung und Ausscheidung disponirte; anstatt des Harnstoffs erzeugt sich Ammoniak, welches sich mit Milchsäure verbindet, und das Alkali zersetzten Protein's trägt schnell zur Sättigung der freien Säure bei.

Pflanzen, denen nicht reichlich Stickstoff zugeführt wird, erzeugen einen Ueberschuss von stickstofffreien Substanzen, von Gummi und Harz; die Lebensbewegung weicht hier nach einer Seite ab, doch bald erhält sie ihre normale Richtung wieder; die Gewebe der Pflan-

zen erhalten nur bei Gegenwart von stickstoffhaltigen Materien ihre gehörige Ausbildung, wie directe Versuche gelehrt haben; diese Gewebe werden leichter von den eiweissarmen Pflanzensäften durchdrungen, die auf der Aussenfläche der Pflanze den Ueberschuss an stickstofffreien Material als Harz, Gummi oder Wachs abscheiden. Auf solche Weise wird der Nachtheil ausgeglichen, und in die organische Bewegung der Säftemasse wieder das gehörige Verhältniss, die normale Richtung gebracht. Schon hieraus ist ersichtlich, dass dieses Compensationsvermögen wenigstens zum Theil der gerühmten *Vis medicatrix naturae* zu Grunde liegen möge; an vielen krankhaften Erscheinungen des Thier- und Pflanzenreichs liesse sich diess noch ferner darthun. Wird den Pflanzen zu viel Stickstoff zugeführt, wenn man sie z. B. in Mistjauche setzt, so gehen sie ein; ist die zugeführte Menge des Stickstoffs jedoch nicht zu bedeutend, so zeigt sich in ihnen bald das Streben nach Compensation, es werden stickstoffhaltige Körper erzeugt, durch deren Vermittlung die stickstoffreichsten Theile der Pflanzen die Wurzel und der Saamen am besten gedeihen; die Wurzel breitet sich aus, um eine grössere Menge stickstofffreien Materials aufzunehmen, die Saamen werden reichlicher, und wir sehen bald eine reichlichere Bildung von Zellen mit dem Verschwinden des stickstofffreien Zuckers, Gummi's und Stärkmehls (Kartoffeln werden schliffig, Runkelrüben zuckerarm in stark gedüngtem Boden).

Es ist bekannt, wie nachtheilig der Uebergang von gasförmiger Luft in das Gefässsystem auf den Organismus einwirkt; bei einer einfachen Schnittwunde würden leicht die gefährlichsten Symptome wahrnehmbar werden, wenn nicht durch die Luft selbst das hervorfliessende Blut und die Lymphe zur Coagulation disponirt würden, um so neuen Schutz gegen den Sauerstoff der Luft zu gewähren.

Wird Ueberschuss von stickstoffhaltigem Nahrungsmaterial dem Thierkörper zugeführt, so unterliegt er entweder, indem das Gleichgewicht in der schwankenden Bewegung der chemischen Substrate gestört wird, oder das Abweichen von der normalen Richtung in jener Bewegung wird durch die Umwandlung der Stoffe selbst compensirt. *Tiedemann* und *Gmelin* fütterten eine Gans mit Eiweiss und sie starb nach wenigen Tagen. Ein dreiwöchentlicher Genuss von nichts als Eiern und Fleisch in reichlichem Maasse brachte bei mir und meinem Freunde *Prof. Hasse* durchaus keine nachtheiligen Folgen, ausser etwa eine aus Hämorrhoidalcongestionen ersichtliche Plethora; der Harn war selbst am Tage gelassen mit Harnstoff gesättigt. Im letztern Falle war die Natur im Stande, den Ueberschuss von Stickstoff zu compensiren; das Blut füllte sich mit Nahrungsstoff zur Reproduction der Organe an, doch bei der geringern Consumtion der letztern verharrten Massen von eiweissartigen Stoffen länger im Blute, indem sie nicht zum Ersatz untauglich gewordener verwendet

wurden; dieser Ueberschuss von bildsamem und wandelbarem Stoff konnte aber nicht lange in dem alkalischen, freien Sauerstoff (nach *Magnus*) führenden Blute bestehen, und mit diesem öfter durch die Lungen geführt werden, ohne sehr bald eine Umwandlung, eine Zersetzung nach den Gesetzen des reinen Chemismus zu erleiden; daher zeigten sich die Zersetzungsproducte der stickstoffreichen Thierstoffe sehr bald in vergrösserter Menge in den Excretionen (man vergleiche *Harnstoff* und *Harnsäure*). Wir bemerkten, wie erwähnt nichts, als Hämorrhoidalcongestion; wird aber der Fleischgenuss längere Zeit fortgesetzt, und kommen noch andere Bedingungen hinzu, so reicht das natürliche Compensationsvermögen nicht aus, und die Nährstoffe werden im Blute angehäuft sehr bald in solcher Menge umgewandelt, dass in der mit den *Hämorrhoiden* sehr verwandten *Gicht* die Zersetzungsproducte nicht gänzlich durch den Urin ausgeschieden werden können und sich im Organismus selbst hie und da ablagern; die chemische Stoffbewegung neigt sich hier mehr auf die eine Seite hin, während in andern Fällen die Rückbildung der bildsamen organischen Materie mehr zur Bildung von Kohlenwasserstoffverbindungen abweicht und den atrabilaren Zustand bedingt. In diesen Krankheiten, wo also nach einer oder der andern Seite hin die Metamorphosen im Blute abweichen, finden wir das letztere meist überfüllt mit bildsamer und zersetzbarer Materie, welcher Zustand wenigstens zum Theil die sogenannte *Venosität* oder *Plethora* bedingt, von der jene Krankheiten begleitet sind. (Man vergleiche Gallenfarbstoff und Bilin.)

Fehlen im Blute die Elemente zur Rückbildung oder Zersetzung der plastischen Materie, so kann dieselbe nicht auf normalem Wege entfernt worden; hie und da findet eine Ablagerung solcher Materie in einzelnen Knötchen oder Körnchen statt, die wir *Tuberkeln* nennen; die daraus hervorgehende *Schwindsucht* ist deshalb auch *keineswegs ein Verwesungsprocess des Blutes.* Wir haben also in den angeführten Krankheiten und Krankheitsanlagen die Richtungen, nach welchen die chemische Bewegung des Blutes abweichen kann. Jedem Arzte ist bekannt, dass diese Krankheiten, wie die verschiedenen Richtungen jener Bewegung, einander fast vollkommen ausschliessen.

Bemerken müssen wir nur noch, dass mit diesen Anführungen von Krankheiten natürlich nur die niedern Sphären der veränderten Lebensbewegung gemeint sind und noch andere Potenzen jene Krankheiten und ihre Anlagen mit bedingen; zugleich ersehen wir aber hieraus, dass so manches vielleicht noch auf natürlichem Wege erklärt werden kann, was wir früher der übernatürlichen Lebenskraft zuschrieben.

Chemismus im Pflanzenreiche.

Wenn die Affinität gleich der Gravitation eine integrirende Eigenschaft der Materie ist, so müssen sich die chemischen Gesetze, nach welchen aus anorganischen Stoffen organische Materie erzeugt wird, auch am besten dort erforschen lassen, wo wir die ersten Anfänge der Erzeugung des organischen Stoffs wahrnehmen. Da nun die erste Bildungsstätte aller organischen Materie im Pflanzenreiche zu suchen ist, so werden wir zunächst an der einfachen Ernährung und Ausbildung der Pflanzen die Bedingungen des Chemismus erörtern können, durch welchen die anorganischen Elemente zu organischen Stoffen zusammentreten. Doch ehe wir uns bemühen, die im Pflanzenreiche beobachteten Stoffmetamorphosen auf chemische Principien zurückzuführen, müssen wir die Thatsache feststellen, dass die Vegetabilien ihre Elemente lediglich aus der anorganischen Natur entlehnen, und dass dieselben keine andern Nahrungsstoffe als Wasser, Kohlensäure und Ammoniak haben. Dieser rein physiologisch-chemische Gegenstand erfordert eine um so genauere Würdigung, als gerade bis zur neuesten Zeit von den meisten Physiologen, die selbst auf Versuche sich stützten, die Meinung bestimmtest geläugnet worden ist, dass das Pflanzenreich sich nur aus anorganischen Stoffen ernähre. Dem ausgezeichneten Naturforscher *Liebig* *) verdanken wir die stärksten Beweise für die nach den gewöhnlichen Erfahrungen so paradox erscheinende Ansicht; er bewies aber nicht nur die so oft geläugnete Möglichkeit, dass die Pflanzen sich nur aus jenen anorganischen Körpern ernähren, sondern er that auch aus

*) *Liebig*, organische Chemie in Anwendung auf Agricultur und Physiologie. 1840.

seinen und andrer Versuchen dar, dass nur aus jenen Stoffen die Pflanzen organische Materie zu erzeugen im Stande wären. Alle Elemente des Pflanzenreichs, ausser den reinen Mineralstoffen, werden nach *Liebig* grösstentheils der Atmosphäre entlehnt.

Was die Kohlenstoffaufnahme betrifft, so wurde längst schon von *Priestley* und *Sennebier* beobachtet und später von *Saussure* bestätigt, dass die Pflanzenblätter im Sonnenlichte Kohlensäure aus der Luft aufnehmen, und dafür Sauerstoff aushauchen; dasselbe geschieht nicht blos im unmittelbar auffallenden Sonnenlichte, sondern auch im Tageslichte.

Mehrern Pflanzenphysiologen ist der Versuch, die Sauerstoffentwickelung am Tageslichte zu beobachten, nicht gelungen; *Liebig* sucht die Nothwendigkeit, dass derselbe Process auch in reinem Tageslichte vorgehen müsse, theoretisch zu beweisen; vielleicht kann auch folgender Versuch, den ich ganz zufällig anstellte, zum Beweise von *Liebig's* Behauptung dienen: ich erhielt nämlich aus Blättern von Sedum Telephium, die ich, mit frischgeschöpftem Quellwasser gemengt, dem von einem Fenster reflectirten Sonnenlichte aussetzte, eine nicht unbedeutende Menge reinen Sauerstoffgases. Das reflectirte und gebrochene Licht der Wolken wird daher sicher auch nicht anders als das einfach reflectirte Licht einer Fensterscheibe wirken.

Den aus dieser Thatsache gefolgerten Schluss, dass die Pflanzen ihren sämmtlichen Bedarf an Kohlenstoff aus der Atmosphäre bezögen, glaubten mehrere nahmhafte Pflanzenphysiologen deshalb in Zweifel ziehen zu müssen, weil die Pflanzen des Nachts geradezu jenen Process umkehren, und, Sauerstoff absorbirend, Kohlensäure ausgeben. Letztere Beobachtung ist an sich unbestreitbar; man hat ihr indessen nur eine falsche Deutung gegeben, da man sich nicht von der Idee trennen konnte, jener Process in den grünen Theilen der Pflanzen sei, ganz analog der Respiration der Thiere, nichts als ein Entkohlungsprocess. *Liebig* leitet diese nächtliche Kohlensäureentwicklung aus einer rein mechanischen Ursache her; wir werden aber weiter unten zu beweisen suchen, dass diese Erscheinung chemisch-physiologisch ist, und ebenfalls eher eine Desoxydation als eine Entkohlung bezweckt. Nach *Liebig* ist die Ursache jener Kohlensäureentwicklung folgende: es ist bekannt, dass die Pflanzen alle in Wasser gelösten Substanzen ohne Auswahl in sich aufnehmen, allein die zu ihrer Lebensthätigkeit untauglichen Substanzen theils durch die Wurzeln, theils

durch andre Theile wieder ausscheiden; nun enthält aber alles terrestrische wie atmosphärische Wasser grössere oder geringere Mengen von Kohlensäure; von dieser behauptet nun *Liebig*, dass sie des Nachts nicht assimilirt, sondern unverändert durch die Blätter mit dem Wasser wieder abgedunstet werde. Während nun die Kohlensäureentwicklung hiernach rein mechanisch ist, hält *Liebig* die nächtliche Sauerstoffabsorption für rein chemisch; er beweist, dass die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs durchaus verschieden ist nach den chemischen Bestandtheilen der Blätter. Je mehr nämlich ein Blatt sauerstoffarme Substanzen, z. B. verharzbare, ätherische Oele enthält, die auch im isolirten Zustande an der Luft sich leicht höher oxydiren, desto mehr Sauerstoff wird auch von solchen Pflanzenblättern im Dunkeln absorbirt.

Dass zuweilen ein vollkommner Säurungsprocess des Nachts durch Oxydation statt findet, sehen wir deutlich an den Blättern von Cacalia ficoïdes, Cotyledon calicina und andern Pflanzen, welche Mittags geschmacklos sind, Abends bitter schmecken, des Morgens aber einen scharf sauren Geschmack haben.

Pelouze hat gelehrt, dass die Gerbsäure durch Aufnahme von 8 Atomen Sauerstoff in Gallussäure und Kohlensäure verwandelt werde ($H^8 C^{18} O^{12} + 8 O = 4 CO^2 + 2 H^3 C^7 O^5 + HO$); ist es darum zu verwundern, wenn, wie *Saussure* lehrt, die gerbsäurehaltigen Blätter der Eiche in 24 Stunden im Dunkeln das 14fache Volumen Sauerstoff absorbiren, während die geschmack- und geruchlosen Blätter der Agave americana in derselben Zeit kaum $\frac{3}{10}$ ihres Volumens aufzusaugen im Stande sind? nehmen doch die Blätter von Populus alba, welche ein leicht verharzbares (d. h. oxydirbares) Oel enthalten, in 24 Stunden sogar das 21fache Volumen Sauerstoff auf. Diesen Beobachtungen zufolge dürfte also die Sauerstoffabsorption schwerlich einem andern als rein chemischen Processe zuzuschreiben sein, bei dem die vitalen Gesetze völlig ausser Thätigkeit sind.

Nur die grünen Pflanzentheile zersetzen die Kohlensäure, da in diesen die Assimilation selbst statt hat; alle übrigen Pflanzentheile exhaliren allerdings immer nur Kohlensäure; diess ist indessen nur die mit dem Wasser aufgenommene Säure, die mit dem Wasser zugleich verdünstet wird.

Woher sollten aber auch die Vegetabilien ihren Kohlenstoff beziehen, wenn jener Gaswechsel in den Blättern nichts als eine Entkohlung bezweckte, eine Entkohlung, die gerade das Material,

dessen die Pflanzen so sehr bedürftig sind, denselben entzöge? Will man annehmen, dass die Pflanzen ihren Kohlenstoff aus nichts erzeugten, oder will man, alle naturwissenschaftlichen Thatsachen aus den Augen setzend, heute noch behaupten, dass die Pflanzen Steine in organische Materie zu verwandeln im Stande sind, da ja alles nur Qualitätsveränderungen sind, bedingt durch die alles vermögende Lebenskraft? *Saussure's* Versuche und *Liebig's* Berechnungen beweisen unwiderleglich, dass einerseits in der Atmosphäre eine mehr als hinreichende Menge Kohlensäure enthalten sei, um den Pflanzen den Kohlenstoff zu liefern, und dass andrerseits die Vegetabilien ihren Kohlenstoff fast lediglich aus der Atmosphäre entlehnen.

Es sei hier nur gestattet, *Liebig's* einfache Berechnung anzuführen: da man weiss, dass die Atmosphäre auf jedem Quadratfuss einen Druck von 2216,16 Pfund ausübt, die Oberfläche der Erde ungefähr 9288000 □ M. beträgt, und die atmosphärische Luft im Durchschnitt $\frac{1}{1000}$ Kohlensäure enthält, so hat man die sichersten Grundlagen zu einer Berechnung des Kohlenstoffgehalts der Atmosphäre; derselbe beträgt hiernach 3000 Billionen Pfund, eine Quantität, die, wie Jedermann sieht, vollkommen hinreicht, um allen im Wasser und auf der Erde befindlichen Vegetabilien als Nahrung zu dienen.

Saussure's Versuche gehen darauf hinaus, dass Pflanzen, die in kohlenstofffreier Erde gezogen und mit kohlenstofffreiem Wasser getränkt wurden, recht gut gediehen, indem nur der Zutritt der Atmosphäre zu ihnen gestattet war; die Erde hatte nichts an Gewicht verloren, was nicht der Asche der Pflanzen entsprochen hätte; das Gewicht der Pflanzen hatte sich vergrössert, der Kohlenstoffgehalt bedeutend vermehrt; woher konnte der Zuwachs rühren als aus der Atmosphäre?

Man glaubte wohl früher, auf die tägliche Erfahrung zum Theil gestützt, dass die Pflanzen ihren Kohlenstoff aus den in der Erde enthaltenen, sich zersetzenden organischen Stoffen, kurz aus dem sogenannten Humus oder Dünger bezögen. Gerade über diesen Gegenstand hat *Liebig* die befriedigendsten Aufschlüsse gegeben, die indessen den gewöhnlichen Ansichten von der Wirksamkeit des Humus und Dünger's auf das Wachsthum der Pflanzen schnurstracks entgegenlaufen. *Die Aufnahme von Kohlenstoff aus dem Humus oder dem Dünger geschieht nur unter der Form von Kohlensäure.*

Liebig hat bewiesen, dass der Humus des fruchtbaren Bodens

keine der Humussäuren der Chemiker ist, dass ferner der Humus als solcher zur Ernährung der Pflanzen durchaus nicht unmittelbar dienen kann, sondern dass derselbe, durch die Verwesung jedes organischen Stoffs gebildet, nur durch seine Zersetzungsproducte und zwar durch die gebildete Kohlensäure der Pflanze Nahrungsmittel zuführe, dass dagegen der Dünger weniger durch seinen Stickstoff- oder Kohlenstoffgehalt dem Wachsthum und Gedeihen der Pflanzen förderlich sei, als durch die grosse Menge darin enthaltener Mineralsubstanzen, welche eben so wichtig für die Ausbildung der Pflanzen als Wasser und Kohlensäure sind.

Wir müssen auf *Liebig's* specielle Darlegungen verweisen, und gestatten uns, hier nur folgende beweisende Momente anzuführen. Die Wälder düngen sich selbst, indem die im Herbst gefallenen Blätter bald in Verwesung übergehen; sie erzeugen aber alljährlich eine weit grössere Menge Holz oder Kohlenstoff, als ihnen das kohlenstoffarme Erdreich liefern kann.

Höchst selten finden wir fossile Wurzeln; ja die vorweltlichen Pflanzen gehören meist solchen Geschlechtern an, die durch die Kleinheit ihrer Wurzeln sich auszeichnen; die ersten Pflanzen, deren Saamen auf der Erdoberfläche ausgebreitet wurde, fanden keinen Humus vor, aus dem sie sich hätten ernähren können; sie sprossten üppig empor, während die damals noch dichtere, mit Kohlensäure geschwängerte, Atmosphäre ihnen reichlichen Kohlenstoff darbot, obgleich das Sonnenlicht, vielfach durch die dichteren Luftschichten gebrochen, nicht direct auffallen konnte. Finden wir doch auch jetzt noch, dass die Pflanzen der Tropenländer bei äusserst üppiger Vegetation nur sehr kleine Wurzeln haben; durch die Wurzeln erhalten diese also wohl schwerlich hinlänglichen Nahrungsstoff.

Ginge der Humus als solcher im Wasser aufgelöst in die Pflanze über, um Stärkmehl, Pflanzenfaser, Gummi u. s. w. zu bilden, so sollte man glauben, dass in Stärkekleister, in Zuckerlösung oder in einem sehr humusreichen Boden die Pflanzen am besten gediehen; dagegen spricht aber die Erfahrung völlig; denn die Pflanzen wachsen darin nicht nur nicht besser, sondern sie gehen sogar ein.

Endlich ist noch in chemischer Hinsicht zu beherzigen, dass einerseits die künstliche Humussäure unter dem Gefrierpunkte so gut wie über dem Siedepunkte des Wassers ihre Löslichkeit verliert, und dass andrerseits selbst humusreiche Erdarten weder an Wasser noch an Kalklösung den geringsten Theil abgeben.

Es dürfte wohl kaum ein Satz in den einer mathematischen Begründung noch unfähigen Naturwissenschaften bestimmter erwiesen sein, als gerade der, dass die Pflanzen ihren Kohlenstoff-

gehalt aus der Atmosphäre beziehen, dass sie die Fähigkeit besitzen, die sonst so schwer zerlegbare Kohlensäure zu zersetzen, und so der Atmosphäre den Sauerstoff zurückzugeben, der ihr unaufhörlich durch die Respiration der Thiere, durch Fäulniss und Verwesung, durch Verbrennung u. s. w. entzogen wird.

Dass das Wasser in den Pflanzen bei Erzeugung der organischen Materie ebenfalls eine Zersetzung erleiden muss, lehrt die Zusammensetzung der meisten Pflanzenstoffe; treffen wir auch gerade im Pflanzenreiche auf einige Substanzen, in denen Sauerstoff und Wasserstoff in gleichem Verhältnisse wie im Wasser enthalten sind, so sind doch auch sehr viele bekannt, in denen der Sauerstoff sehr gegen den Wasserstoff zurücktritt, z. B. in den Harzen und fetten Oelen; ja nicht selten finden wir sauerstofffreie Kohlenwasserstoffverbindungen, z. B. in den ätherischen Oelen und im Caoutschouk. Eine Wasserzersetzung ist übrigens vom chemischen Gesichtspunkte aus viel leichter erklärlich, als eine Reduction der Kohlensäure; hat doch *Al. v. Humboldt* selbst Entwicklung von Wasserstoff bei der Vegetation mehrer Pilze wahrgenommen.

Ehe wir zur Assimilation des Stickstoffs weiter gehen, drängt sich gewiss jedem die Frage auf, durch welche Kraft oder nach welchem Gesetze in dem vegetabilischen Organismus die Bande gelöst werden, welche den Kohlenstoff und den Wasserstoff mit dem Sauerstoff so fest zusammenhalten, dass diese Körper nur durch die kräftigsten chemischen Verwandtschaften oder durch Galvanismus getrennt werden können. Nach dem, was wir in dem Obigen über das Verhältniss des Chemismus zur Lebenskraft gesagt haben, können wir auch bei diesem Processe die chemische Verwandtschaft keineswegs als aufgehoben betrachten. Zur Erörterung dieser Frage sind grössere Reihen vielfältiger Untersuchungen über die Veränderungen nothwendig, welche die Bestandtheile der Blätter im Sonnenlichte erleiden; man hat bisher auf die innern Umwandlungen der Blätter noch keine Rücksicht genommen. Mehrere zu diesem Zwecke mit fleischigen Pflanzenblättern angestellten Untersuchten haben mich zu dem der bisherigen Beobachtung entgegengesetzten Resultate geführt, dass wenigstens gewisse Pflanzensäfte im Sonnenlichte an Säurengehalt bedeutend gewinnen.

Das Detail der hierüber angestellten Versuche wird man in einem der nächsten Hefte von Erdmann's Journ. f. prakt. Ch. finden. Hier gnüge nur soviel, dass Blätter von mehreren Species von Sedum, Sempervivum und Cactus im Spätsommer und Herbste vorigen Jahres theils in kohlensäurehaltigem Wasser dem Sonnenlichte ausgesetzt und ihre Bestandtheile mit denen von Blättern derselben Pflanze verglichen wurden, die eben so lange in destillirtem Wasser im Dunkeln aufbewahrt worden waren, theils einzelne Pflanzen in einer kohlensäurereichen Atmosphäre dem Sonnenlichte ausgesetzt und dieser Saft wieder mit dem von Blättern derselben Pflanze untersucht, die im Dunkeln gestanden hatte. Es war äusserst schwierig, die freiwillige Zersetzung der Pflanzensäfte zu verhindern, so wie das Aequivalent freier Säure zu finden, und des Vergleichs halber Flüssigkeiten von gleicher Concentration zu erhalten. Wie diese Haupthindernisse zu umgehen versucht worden ist, würde hier zu weit führen, so wie alle Kunstgriffe und Cautelen zu erwähnen. In der grössten Mehrzahl der Versuche fand ich durch eine Kalilösung, deren Gehalt an Kali genau bestimmt war, in den Blättern, welche dem Sonnenlichte ausgesetzt gewesen, mehr freie Säure als in denen, die eben so lange Zeit im Dunkeln aufbewahrt worden waren.

Diese einfache Erfahrung, welche überdiess mit *Benj. Heine's* und *Link's* Beobachtungen über den Säuregehalt von Cacalea ficoides und Cotyledon calicina in directem Widerspruche steht, kann uns, so unbedeutend die Versuche bis jetzt sind, doch vielleicht einigen Aufschluss über die Bildung organischen Stoffs im Pflanzenreiche und vorzugsweise über die Desoxydation geben. Gehen wir von der oft ausgesprochenen Ansicht aus, dass der Chemismus unzertrennlich an die Materie gebunden sei, und die Lebenskraft selbst ihn hinwegzuzaubern nicht vermöge: so ist es wohl erlaubt, nachzuforschen, ob uns die Chemie selbst, jene Wissenschaft der todten Materie, Mittel an die Hand giebt, um diesen so räthselhaften Process auf eine natürliche Weise zu erklären. Niemand wird glauben, in den Blättern, die doch zweifelsohne die Assimilationsorgane der Pflanzen sind, erzeuge sich unmittelbar Stärke, Holzfaser und ätherische Oele. Auch die Lebenskraft vermag ebensowenig aus jenen anorganischen Körpern unmittelbar Holzfaser, Gummi u. dergl. herzustellen, als wir im Stande sind, Melamin, Harnstoff und Cyansäureäther unmittelbar aus jenen Elementen zu bereiten.

Sicherlich bildet der Chemismus in der lebenden Natur deren Substrate in aufsteigender Stufenfolge, so wie in umgekehrter die

physischen Kräfte bei der Fäulniss und Verwesung die organische Zusammensetzung und den organischen Zusammenhang aufheben. Schon längst äusserte *Dumas*, die Lebenskraft müsse sich zu ihren Substraten erst die Elemente bilden, und setze sie aus den anorganischen Elementen zu sogenannten Radicalen zusammen. Wie bei der Fäulniss und Verwesung aus den complicirtesten organischen Substanzen einfacher zusammengesetzte, mit einfachern Radicalen versehene, den organischen Stoffen nicht unähnliche Körper sich bilden, ehe ihre Elemente sich ganz in die sogenannten anorganischen Verbindungen umsetzen: so schafft sich umgekehrt die organische Natur aus jenen anorganischen Stoffen allmählig zusammengesetztere Körper nur mit sehr einfachen Radicalen; aus diesen bildet sie nur allmählig zusammengesetztere Radicale und Körper.

Der in den Blättern vor sich gehende Process ist nur eine Bestätigung der eben ausgesprochenen Ansichten. Die ersten organischen Körper mit einfachern Radicalen, die in den Blättern erzeugt werden, sind *organische Säuren;* Säuren sind es, die sich zuerst bilden, wenn wir auch nicht immer deren Entstehung in den Blättern jeder Pflanze wahrnehmen können; denn die weitere Umwandlung derselben geschieht hier gewiss meist auch in so kurzer Zeit, dass sie für unsre Mittel ebensowenig direct nachweisbar ist, als die sich bei der sauren Gährung aus dem Alkohol bildenden Stoffe, wie Acetyloxyd und acetylige Säure. Säuren, d. h. Körper mit sehr einfachen Radicalen und nicht geringen Mengen Sauerstoff, bilden sich in den Blättern; denn wozu enthielten sonst die Blätter stets bestimmte Mengen von starken Basen und zwar immer mehr als andre Theile der Pflanzen, denen sie zugehören? Alkalien und alkalische Erden disponiren bekanntlich hauptsächlich zur Säurebildung; kann doch der Stickstoff fast nur dadurch mit dem Sauerstoff verbunden werden, dass ein Alkali auf ihn einwirkt. Wir brauchen bei diesem Processe der Lebenskraft keineswegs einen so grossen Spielraum zu überlassen. Zwar wird man fragen, warum begnügen sich jene starken Basen in den Blättern nicht mit der ihnen unmittelbar zugeführten Kohlensäure? Aus demselben Grunde, aus welchem bei der Darstellung des reinsten Kohlenstoffs aus kohlensaurem Kalk und Phosphor sich der Kalk nicht mit der bereits vorhandenen Kohlensäure be-

gnügt, sondern, wie man sich auszudrücken pflegt, den Phosphor zur Kohlensäurezersetzuug disponirt. Man erklärt sich diesen Process, indem man annimmt, die Verwandtschaft des Kalks zu der zu bildenden Phosphorsäure sei grösser als zu der bereits vorhandenen Kohlensäure. Die organischen Säuren sind nun aber fast alle stärker als die Kohlensäure; darum ist es wohl nicht zu verwundern, warum das Alkali des Blättersaftes, wiewohl mit Kohlensäure verbunden, so wie andrer und eigne Versuche es andeuten, doch die Bildung einer stärkern Säure mit zusammengesetztem Radical vermitteln kann.

Dass nun aber die alkalischen Basen der Blätter gerade in dieser Weise wirken müssen, geht nicht nur daraus hervor, dass sich in jeder Pflanze ganz bestimmte Mengen solcher Basen vorfinden, sondern auch daraus, dass die verschiedenen Basen in Pflanzen derselben Species sich geradezu vertreten können. *Liebig* hat nämlich aus *Saussure's* und *Berthier's* Analysen von Aschen gleicher Bäume verschiedener Standorte das schöne Resultat gezogen, dass der Sauerstoffgehalt in den Basen verschiedener Pflanzen derselben Species stets derselbe sei, wenn auch die Verhältnisse von Kali, Natron und Kalk noch so verschieden seien, oder wenn auch die eine oder die andre Base ganz fehle.

Es hängt also die Wirksamkeit der Basen in dem Pflanzenreiche unstreitig von der Sauerstoffmenge derselben ab; es ist dieses rein chemische Moment, die chemische Proportion, die Sättigungscapacität sämmtlicher Basen; es ist mit einem Worte die Basicität der Mineralkörper, die in den Pflanzen wirksam ist; denn warum sollte sonst der Sauerstoffgehalt der Basen an eine bestimmte Zahl gebunden sein? Ist es das Basische im Kalk, welches bei obenerwähnter Kohlenstoffbereitung die Zersetzung der Kohlensäure und die Bildung von Phosphorsäure bedingt, so muss auch in den Blättern das Alkali zunächst auf Bildung einer stärkern Säure hinwirken. Wir können nun also wohl begreifen, wie durch rein chemische Action sich die ersten organischen Substanzen in den Blättern bilden, ohne dass das Phantom der Lebenskraft seinen Nebelschleier darüber zu hüllen braucht. Man könnte nun wohl fragen: aber warum findet dieser Process blos unter Einwirkung von Sonnenlicht statt? Wir antworten: aus

demselben Grunde, aus welchem Silber und Goldsalze desoxydirt werden, und beweisen diess dadurch, dass, wie mehrere Versuche uns lehrten, *jene Sauerstoffentwicklung aus Pflanzenblättern nur im blauen Lichte, nicht im gelben und rothen vor sich geht*, gleich wie die Reduction jener Metallsalze nur durch den blauen Lichtstrahl bewerkstelligt wird.

Blätter von Sedum Telephium entwickelten weder Sauerstoff noch nahmen sie Kohlensäure aus dem Wasser auf, wenn ich sie in einem Gefäss von rothem oder gelbem Glase dem Sonnenlichte aussetzte; der Process verlief jedoch ganz wie im directen Sonnenlichte, wenn die Blätter mit dem Wasser in einem blauen Glase den Sonnenstrahlen ausgesetzt wurden. Ein kleines Wicken- und zwei kleine Bohnenpflänzchen verkümmerten, als sie das Licht nur durch ein rothes Fensterglas empfingen.

Wir finden demnach in der ersten Periode der Stoffbildung in der organischen Natur, dass unter Vermittlung einer alkalischen Base ein Körper mit einfachzusammengesetztem Radical, eine Säure, unter Entwicklung von Sauerstoff erzeugt wird.

Als Beispiel hierzu können die in den Pflanzensäften so häufig vorkommenden Säuren, wie Aepfelsäure und Pectinsäure dienen; 4 Aequiv. Kohlensäure und 2 Aequiv. Wasser vereinigen sich, um unter Abscheidung von 6 Aequiv. Sauerstoff 1 Aequiv. Aepfelsäure zu bilden ($C^4 O^8 + H^2 O^2 = H^2 C^4 O^4 + 6 O$); 12 Aequiv. Kohlensäure und 8 Aequiv. Wasser liefern unter Abgabe von 22 Aequiv. Sauerstoff 1 Aequiv. Pectinsäure ($C^{12} O^{24} + H^8 O^8 = 22 O + C^{12} H^8 O^{10}$).

So viel Gründe auch die hier eben ausgesprochene Ansicht über den ersten Ursprung organischer Materie für sich su haben scheint, und so sehr selbst die von mir angestellten Versuche für dieselbe zu sprechen scheinen: so würde diese doch immer höchst hypothetisch erscheinen müssen, so lange noch nicht nachgewiesen ist, wie aus jenen an Basen gebundenen Säuren andre organische Stoffe und besonders die indifferenten hervorgehen können, und wodurch die eben so hervorgehobene Basicität der Alkalien wieder aufgehoben wird. Muss nicht hier vielleicht die Lebenskraft dennoch thätig eingreifen? Doch wir wollen auch hier versuchen, durch Vernunftschlüsse sowohl als durch das Experiment unterstützt, zu beweisen, dass zur Erklärung jenes scheinbaren Verschwindens der Basicität der Alkalien, also der gewöhnlichen Verwandtschaft, noch keineswegs das unerklärliche

Etwas der Lebenskraft zu Hülfe zu rufen ist. Wir können hierbei durchaus nicht gesonnen sein, die Lebenskraft völlig aus den Organismen zu verbannen, dem Leben selbst das Leben zu nehmen, sondern nur das Erklärbare in der Organisation zu erklären und dem Chemismus in der lebenden Natur die Rechte zu vindiciren, die er auf die Materie als solche hat.

Die basische Eigenschaft der Alkalien, ihre verwandtschaftliche Kraft kann nicht verloren gehn, auch die Lebenskraft vermag sie nicht zu vernichten. Welcher Stoff, welche Säure ist es nun aber, welche die eben gebildeten organischen Säuren aus ihren Verbindungen mit den alkalischen Basen wieder austreibt? Wir glauben, zum Theil wenigstens, die Kohlensäure. Und doch haben wir oben behauptet, dass eben die Kohlensäure durch die sich bildenden organischen Säuren aus ihrer Verbindung mit den Alkalien verdrängt werde. Um dieses Paradoxon deuten zu können, erinnern wir uns zunächst, dass sich in den Pflanzensäften meist mehr freie Säure vorfindet, als zur Neutralisation der darin enthaltenen Basen nöthig ist, d. h. dass meist saure pflanzensaure Salze vorkommen, und dass, wie mehrere von mir angestellte Versuche beweisen, sich neben jenen sauren Salzen nicht nur freie Kohlensäure, sondern auch kohlensaure Salze befinden, trotz dem, dass die Quantität der Basen in den Pflanzen an eine bestimmte Zahl gebunden ist.

Aus dem Safte von Sempervivum tectorum trieb ich durch Wasserstoffgas 0,011 bis 0,071 $\frac{0}{0}$ gasiger Kohlensäure aus; aus dem Safte derselben Pflanze erhielt ich einmal mittelst Wasserstoffgas 0,023$\frac{0}{0}$ Kohlensäure, und konnte dann durch Zusatz von Essigsäure noch 0,064 $\frac{0}{0}$ Kohlensäure austreiben. In dem Lackmus bleibend röthenden Safte von Sempervivum tectorum ist demnach neben freier Kohlensäure, auch noch Kohlensäure an Basen gebunden enthalten.

Die einfachste Lösung dieses Räthsels scheint folgende zu sein: die grosse Menge der Kohlensäure, welche theils durch die Blätter, theils durch die Wurzel aufgenommen, theils vielleicht auch durch die Stoffumwandlung in der Pflanze selbst erzeugt wird, wirkt auf das bereits vorhandene neutrale pflanzensaure Salz so ein, dass saure kohlensaure und saure pflanzensaure Salze gebildet werden, so wie wir dieselben wirklich in den Pflanzensäften finden. Es ist also die *Masse* der zugeführten Kohlensäure,

welche das neutrale pflanzensaure Salz in ein saures verwandelt. Wir finden nun zwar, dass die meisten sauren pflanzensauren Salze, wenn sie mit doppeltsauren Alkalien zusammengebracht werden, aus letztern die Kohlensäure vollständig austreiben, und sich geradezu in neutrale Salze verwandeln: allein folgende Versuche scheinen doch im Ganzen zu beweisen, dass die Kohlensäure bei grossem Ueberschuss zersetzend auf neutrale pflanzensaure Salze einzuwirken, und saure Salze zu bedingen vermöge.

Wurde nämlich in eine völlig neutrale Lösung von äpfelsaurem Kalkerde-Kali bei niederer Temperatur Kohlensäure geleitet und dann eine mässige Menge Alkohol zu der Flüssigkeit gesetzt, so entstand ein Niederschlag, welcher neben äpfelsauren Salzen geringe Mengen von kohlensauren enthielt. Wurde zu jener mit Kohlensäure imprägnirten Lösung des äpfelsauren Kalkerde-Kalis doppeltkohlensaures Kali gefügt, so entstand erst nach längerer Zeit eine Trübung, nachdem bereits ein Theil der Kohlensäure entwichen war. Bemerkenswerth war bei dem letztern Versuche, dass die Flüssigkeit, wenn nur vorsichtig etwas doppeltkohlensaures Kali zugesetzt worden war, Lackmuspapier deutlich röthete und die Färbung nach längerer Zeit durchaus nicht vollkommen wieder verschwand, was die Lösung des äpfelsauren Doppelsalzes ohne Zusatz von doppeltkohlensaurem Kali nicht that. Diese permanente Röthung kann daher nur von dem durch Kohlensäureüberschuss gebildeten doppeltäpfelsauren Kali herrühren, während die Fällung des kohlensauren Kalks durch die freie Kohlensäure verhindert wird. Noch viel leichter muss der Kohlensäureüberschuss auf pflanzensaure Salze zersetzend einwirken, wenn mit den Basen eine schwächere organische Säure z. B. Pectinsäure verbunden ist. Namentlich scheint letztgenannte Säure häufig an die Basen der Pflanzensäfte gebunden vorzukommen; und es ist durchaus nicht unwahrscheinlich, dass gerade diese Säure zuerst mit gebildet wird, da sie, wie *Mulder* und in neuerer Zeit *Peligot* dargethan haben, in andere Stoffe sich umzuwandeln so sehr geneigt ist; gerade diese Säure kommt ja auch vorzüglich im Safte dicker Pflanzenblätter vor.

Ist einmal ein saures Salz einer Säure mit zusammengesetztem Radical in der Pflanze gebildet worden, so lässt sich leicht denken, wie bei dem weitern Stoffwechsel das überschüssige Aequivalent Säure von der Base getrennt werden (wird doch das eine Aequivalent Schwefelsäure vom doppeltschwefelsauren Kali durch blossen Zusatz von Alkohol getrennt), und einer neuen Umwandlung entgegen gehen kann, während das neutrale pflanzen-

saure Salz von Neuem durch die Masse der Kohlensäure in ein saures pflanzensaures und ein kohlensaures Salz verwandelt wird, worauf dann das letztere allein die Function, neuen organischen Stoff zu erzeugen, übernimmt. Aus allem dem ist ersichtlich, wie durch jene begrenzte Menge von Alkali eine unbegrenzte Menge aufgenommener Kohlensäure und Wassers in organische Materie verwandelt werden kann, gerade so wie wir sehen, dass ein Aequivalent Schwefelsäure viele Aequivalente Alkohol in Aether und Wasser, und ein Aequivalent Sauerkleesäure jede beliebige Menge Oxamids in sauerkleesaures Ammoniak zu zerlegen vermag, ohne eine katalytische Kraft zu Hülfe rufen zu müssen.

Noch darf man keineswegs wagen, diese Erklärungsweise der ersten Bildung organischer Materie in den Pflanzen als die einzig wahre anzusehen; allein soviel geht wohl aus dieser auf directe Versuche und chemische Thatsachen gestützten Erklärung hervor, dass es möglich ist, die Bildung organischer Substanzen aus anorganischen und die Stoffmetamorphose in organisirten Körpern überhaupt auf rein chemische Grundsätze zurückzuführen.

Es sei nur noch erlaubt, die Lösung zweier Fragen anzudeuten, welche sich uns nach dem Obigen von selbst aufdrängen. Woher rührt nämlich die grosse Menge Kohlensäure in den Pflanzensäften? und wie werden jene freigewordenen Pflanzensäuren weiter desoxydirt, um in indifferente sauerstoffarme oder sauerstofffreie Stoffe verwandelt werden zu können? Beide Fragen finden, wie wir meinen, in Folgendem ihre Beantwortung. — Alle nicht grünen Pflanzentheile exhaliren stets Kohlensäure, die grünen bekanntlich nur des Nachts. *Liebig* leitet den Ursprung dieser Kohlensäure von dem kohlensäurehaltigen durch die Wurzeln und andere Theile der Pflanzen aufgenommenen Wasser her, so dass jener nächtliche Process der Blätter ein rein mechanisches Abdunsten der Kohlensäure mit dem Wasser sei. Allein sollte wirklich die beträchtliche Menge des Nachts exhalirter Kohlensäure nur von dem aufgenommenen Wasser herrühren? sollte des Nachts nicht auch die Vegetation thätig auf Bildung und Umwandlung der organischen Materie fortwirken, während wir doch wissen, dass im thierischen Körper gerade die vegetativen Functionen während des Schlafs am besten von Statten gehen? Es ist wohl kein übereilter

Schluss, wenn man annimmt, dass auch des Nachts in den pflanzlichen Organismen eine gewisse Art von Sauerstoffausscheidung statt finde, jedoch in andrer Weise als am Tage. Des Nachts zerfallen nämlich einige Pflanzenstoffe in Substanzen von complicirterem Radical mit geringerm Sauerstoffgehalt und in Kohlensäure.

So verwandeln sich 4 Aequiv. Aepfelsäure (1 Aequiv. = $H^2 C^4 O^4$) unter Abgabe von 4 Aequiv. Kohlensäure in 4 Aequiv. Holzfaser; ja beim Reifen der Weintrauben, d. i. bei der Umwandlung der Weinsäure in Zucker wird sogar etwas Sauerstoff von der Weinsäure aus der Luft aufgenommen, um unter Abgabe von Kohlensäure Zucker zu bilden, der verhältnissmässig weniger Sauerstoff als die Weinsäure enthält; 6 Aequiv. Weinsäure = $H^{12} C^{24} O^{30}$ nehmen 6 Atome Sauerstoff auf, und liefern unter Abgabe von 12 Atomen Kohlensäure 1 Aequiv. Zucker = $H^{12} C^{12} O^{12}$.

Auf diesem und ähnlichen Wegen mag nun die Bildung sauerstoffarmer und sauerstofffreier organischer Substanzen von statten gehen, die sicherlich nicht mit einem Male, gleichsam auf einen Wink der Lebenskraft, aus Kohlensäure und Wasser durch urplötzliche Desoxydation erzeugt worden. Ueberhaupt geschieht die Bildung organischer Substanzen von complicirterer Zusammensetzung gewiss nur allmälig, und zwar durch rein verwandtschaftliche Kräfte, so wie wir diess bei den ersten Anfängen der organischen Materie zu zeigen versucht haben.

In der Entstehung der organischen Materie bemerken wir gerade den Gegensatz des Processes, den wir bei der Fäulniss und Verwesung derselben kennen gelernt haben; dort sahen wir, wie durch physische Kräfte die organischen Substanzen nur allmälig in einfachere und einfache Radicale zerfielen; hier werden dagegen erst die einfacher zusammengesetzten Radicale gebildet und dann die complicirteren Stoffverbindungen; wir können vielleicht hier wie dort mehrere Perioden unterscheiden. Für die stickstofffreien Körper liessen sich vielleicht drei Perioden annehmen; in der erstern bildet sich eine Säure, ein den anorganischen Körpern noch ähnelnder Stoff; in der zweiten entstehen die indifferenten Körper, wie Zucker, Stärkmehl, Gummi, in welchen Sauerstoff und Wasserstoff in demselben Verhältniss, wie im Wasser enthalten sind; eine dritte Periode ist es aber erst, in der die sauerstoffärmsten oder sauerstofffreien Körper, Fette, Wachs, Harz

und ätherische Oele gebildet werden. Die niedrigern Classen der Pflanzen enthalten ebensowenig Fette und Harze, als die niedern Thierclassen; die Bildung jener Stoffe bedingt schon eine höhere Organisation. Es ist bekannt, dass bei einigen höhern Processen der Pflanzenvegetation Stärkmehl, Gummi, Zucker verschwinden, z. B. beim Keimen, Blühen und Reifen.

Das keimende Gerstenkorn verliert bei Entwickelung der Radicula das Amylon und beim Entfalten der Plumula den Zucker. Der Ahornsaft verliert seinen Zuckergehalt, wenn der Baum Knospen, Blüthen und Blätter treibt. Dasselbe ist mit dem Zuckerrohr der Fall; die Runkelrübe wird dagegen erst nach Entfaltung aller Blätter reich an Zucker.

Dass auch in dieser dritten Periode die Umwandlung der organischen Substanz nicht ohne Chemismus geschehe, dürfte nicht schwer zu beweisen sein; denn können wir nicht gerade die letzterwähnten Processe, die Umwandlung des Stärkmehls in Gummi und Zucker künstlich in unsern Digerirtöpfen bewerkstelligen? oder sollen wir annehmen, in der Diastase stecke noch ein Rest Lebenskraft, der im Stande sei, die 100fache Menge Stärkmehl in Gummi oder Zucker zu verwandeln? Es ist nicht schwer zu beweisen, dass insbesondere die stickstoffhaltigen Substanzen es sind, durch deren Vermittelung bei den höhern Vegetationsprocessen die organischen Substanzen complicirterer Art erzeugt werden.

Wir können diess aus verschiedenen Thatsachen schliessen. Wird einer Pflanze nicht hinlänglich Stickstoff zugeführt, fehlt es ihr an stickstoffhaltigem Material, so wird Stärkmehl, Gummi, Zucker in grösserer Menge ausgeschieden; das Blühen und Reifen aber, wobei diese Stoffe umgewandelt zu werden pflegen, kann ohne stickstoffige Nahrung der Pflanze nicht vor sich gehen.

Man war früher der Meinung, die thierischen Körper seien sehr reich an Stickstoff, während die pflanzlichen arm daran seien; allein wenn auch die grosse Mehrzahl der vegetabilischen Substanzen gar keinen Stickstoff enthält, so finden wir doch in allen Pflanzen ohne Ausnahme eine viel grössere Quantität stickstoffhaltiger Materie, als man darin anzunehmen bisher geneigt war.

Es ist unbestreitbar, dass in allen Säften, in allen Theilen der Pflanzen immer eine stickstofffreie Substanz von einer stick-

stoffhaltigen begleitet ist. Wir können nun nicht glauben, dass diese Substanzen, wenn sie uns auch ausserhalb des pflanzlichen Organismus indifferent erscheinen, in der Pflanze selbst sich indifferent verhalten und ohne alle gegenseitige Einwirkung seien. Erinnern wir uns nur an die oben angeführten Bedingungen der Fäulniss und Verwesung; waren es doch gerade die stickstoffhaltigen Substanzen, welche zunächst die Metamorphosen der Pflanzensäfte so schnell herbeiführten; finden wir nicht ebendasselbe beim Keimen der Getreidesaamen? Auch hier wird nicht blos Amylon in Zucker verwandelt; der Kleber selbst erleidet eine Veränderung, indem er grösstentheils löslich wird.

Diese stickstoffhaltigen Substanzen der Pflanzen sind noch sehr wenig von Chemikern untersucht, aber unstreitig sehr verschieden; man belegt mit dem Namen Kleber, Pflanzenleim, Pflanzeneiweiss gewiss sehr verschiedene Stoffe, wie man aus der neuerlichen Entdeckung der Diastase und Synaptase schliessen kann; und es ist daher zur Zeit noch nicht möglich, ein genaues, sprechendes Beispiel von der gegenseitigen Einwirkung einer solchen stickstoffhaltigen Substanz auf eine stickstofffreie im pflanzlichen Organismus durch chemische Formeln und Aequivalente aufzustellen.

Dieser Punkt dürfte jedoch auch von andrer Seite her als erwiesen zu betrachten sein; denn erinnern wir uns der Versuche *Saussure's* und anderer, welche Pflanzen in Quarzsand, Kohle und dergl. aufzogen und dieselben vor Zutritt aller stickstoffhaltigen Materien hüteten. Es gelang wohl die Pflanzen bis zur Entwickelung der Blätter ziemlich gut aufzuziehen, allein nie brachte man sie zum Blühen oder zur Saamenentwickelung. Es ist wohl nichts ersichtlicher, als dass es in diesen Fällen den Pflanzen an stickstoffhaltiger Materie gefehlt habe, um durch deren Vermittelung die zur Blüthen- und Fruchtbildung nöthigen Materien zu erzeugen.

Nachdem wir so die Bildung der stickstofffreien Stoffe in der Pflanzenvegetation und zugleich die Nothwendigkeit und das Vorhandensein stickstoffhaltiger Materien in der Pflanze dargethan haben, bleibt uns nur noch übrig, die Frage zu beantworten, woher die Pflanzen ihren Stickstoffgehalt beziehen, und wie sich in denselben die stickstoffhaltigen Materien erzeugen. Die Quelle, aus welcher den Pflanzen der Stickstoff zufliesst, ist durch *Boussin-*

*gault's**) und *Liebig's* Versuche mit grösster Bestimmtheit aufgefunden worden. Ersterer hat durch mehrfache Experimente dargethan, dass die Pflanzen durchaus keinen freien Stickstoff aus der Atmosphäre in sich aufnehmen, sondern dass sie Ammoniak aus der Atmosphäre oder aus dem Wasser sich aneignen; er hat ferner nachgewiesen, dass wohl cultivirten Feldern weit mehr Stickstoff entzogen werde, als ihnen durch Düngung oder auf andere Weise zugeführt wird. Aus Versuchen, die man mit den festen Excrementen der Thiere angestellt hat, ist ersehen worden, dass in dem gewöhnlichen festen, animalischen Dünger keineswegs viel Stickstoff, ja oft nur Spuren davon enthalten sind, und dass dieser Dünger am allerwenigsten hinreiche, um den Pflanzen die nicht geringen Mengen von Stickstoff zu liefern, die man in ihnen findet. Sollte in den Bäumen auch weniger Stickstoff vorkommen, so bleibt es immer unbegreiflich, woher sie ihren Stickstoff beziehen, da doch, obgleich man bekanntlich Forsten gar nicht düngt, im Holze nicht so unbedeutende Mengen stickstoffhaltiger Materien gefunden werden.

Liebig hat sehr schlagende Beweise für die Meinung aufgestellt, dass die wildwachsenden, ungedüngten Pflanzen den Stickstoff aus dem in der Atmosphäre enthaltenen Ammoniak entlehnen. Nun ist zwar bei keiner Analyse der atmosphärischen Luft Ammoniak gefunden worden, allein *Liebig* hat gezeigt, dass die Quantität des Ammoniaks in der Atmosphäre zu gering sei, um sie darin chemisch nachweisen zu können, dass sich aber in dem Regen- und Schneewasser stets Ammoniak vorfinde und sehr leicht nachweisen lasse. Wie das Ammoniak in die Atmosphäre gelange, ist wohl kaum zu erwähnen nothwendig, da es ja bekannt ist, dass bei der Zersetzung jedes stickstoffhaltigen Körpers Ammoniak frei wird.

Bei der Fäulniss stickstoffhaltiger Substanzen entwickelt sich vom Anfange bis zum Ende des Processes kohlensaures Ammoniak; dieses geht seiner grossen Flüchtigkeit halber sehr bald in die Atmosphäre über, wird aber daraus mit dem Wasser durch Regen und Schnee wieder niedergeschlagen, und so den Vegetabilien zugeführt. Nimmt

*) *Boussingault*, Ann. de Chem et de Phys 1838. Jan. p. 5. et Dec. p. 353.

man in einem Pfunde Regenwasser nur einen halben Gran Ammoniak an, so wird sich in der Atmosphäre allein eine hinreichende Quantität Ammoniak befinden, um alle auf der Erdoberfläche vegetirende Pflanzen mit dem zu ihrem Wachsthum und ihrer völligen Ausbildung nöthigen Stickstoff zu versorgen. Man hat dagegen auch in allem auf der Erdoberfläche befindlichen Wasser, im Meerwasser, wie in sehr vielen Quellwässern Ammoniak gefunden; ja wird doch selbst aus den grössten Tiefen der Erde z. B. mit der Borsäure zu *Castel nuovo*, *Cerchiago* und in andern vulcanischen Gegenden Ammoniak zu Tage gefördert. Es fehlt also den Pflanzen keineswegs an Quellen, aus denen sie den Stickstoff beziehen können, um jene nicht unerheblichen Mengen stickstoffhaltiger Materien zu erzeugen, die wir in ihnen finden. Darum dürfen wir uns auch nicht wundern, wenn wir in so vielen Pflanzensäften gar nicht unbedeutende Mengen von Ammoniaksalzen finden. Im Ahornsafte, Runkelrübensafte, Birkensafte, im Thränenwasser der Weinrebe, im Safte frischer Tabakblätter, in allen Blüthen und unreifen Früchten findet sich, selbst wenn diese noch keinerlei Zersetzung erlitten haben, Ammoniak an Säuren gebunden.

Dass das Ammoniak es ist, welches den Vegetabilien den Stickstoff liefert, dafür spricht hauptsächlich die Düngung mit animalischen Excrementen; je mehr dieselben Ammoniak oder stickstoffreiche Körper enthalten, desto kräftiger wirken sie auf die Ausbildung der cultivirten Gewächse.

Deshalb sind unter den festen Düngerarten die festen menschlichen Excremente der beste Dünger; besser aber als die festen sind noch die flüssigen Excretionen der Animalien; denn diese sind alle sehr stickstoffreich. Aus gleichem Grunde liefert das Guano der Südseeinseln, welches ausser der stickstoffreichen Harnsäure fast nur Ammoniaksalze enthält, einen so vorzüglichen Dünger. Die gute Wirkung des Gypses und gebrannten Thons als Düngungsmittel war bisher noch nicht gnügend erklärt; *Liebig* sucht dieselben gewiss mit vollem Rechte in der Eigenschaft jener Substanzen, Ammoniak zu binden. Der Gyps zerlegt sich nämlich mit dem kohlensauren Ammoniak der Atmosphäre und bildet schwefelsaures Ammoniak, welches nicht wie das kohlensaure Salz schnell wieder verdunstet. Die Eigenschaft der Thonerde und des Eisenoxyds, Ammoniak zu absorbiren, ist hinlänglich bekannt.

Aus den schon oben berührten Versuchen wissen wir, dass Pflanzen, wenn sie ohne alle stickstoffhaltige Nahrung in Kieselsand gezogen und mit destillirtem Wasser begossen werden, sich zwar einigermassen entwickeln können, da schon in den Saa-

men eine grössere Quantität Stickstoff enthalten ist, als zur Umwandlung des Stärkmehls in Zucker erfordert wird (denn durch Malz kann z. B. eine 40fache Menge Mehl in Zucker umgewandelt werden), allein nie so vollkommen sich ausbilden, dass sie Blüthen treiben und Samen tragen.

Weizen, auf reichgedüngtem Boden gewachsen, kann nach *Hermbstädt* 35 $\frac{0}{0}$ Kleber enthalten, während mit Kuhmist gedüngter Weizen nur 12 $\frac{0}{0}$ enthält. *Heyer* (nach *Liebig*) hat die interessante Beobachtung gemacht, dass Weidenzweige, welche er in Schneewasser, was, wie oben erwähnt, ammoniakhaltig ist, vegetiren liess, dreimal so lange Wurzeln trieben, als in reinem, destillirtem Wasser.

Der Einfluss der stickstoffhaltigen Materien auf die Vegetation und die wichtige Rolle, welche hierbei das Ammoniak spielt, ist hiernach wohl hinlänglich erwiesen; es fragt sich aber nur, wie die Natur jenes Ammoniak verwendet, um daraus Pflanzeneiweiss, stickstoffhaltige Farbstoffe, Pflanzenalkaloide und noch andere Körper zu erzeugen, d. h. wie überhaupt der Stickstoff aus dem Ammoniak von der Pflanze assimilirt werden könne. Gewiss auch hier sind wir nicht befugt, eine besondere Thätigkeit der Lebenskraft anzunehmen. Die Chemie lehrt uns durch eine Menge allbekannter Beispiele, dass das Ammoniak durch Zusammentreffen mit stickstofffreien organischen Substanzen meistens unter Ausscheidung von Wasser neue stickstoffhaltige Körper bilden könne, in welchen das Ammoniak nicht mehr als Base und überhaupt nicht mehr als solches vorhanden ist.

Bekannt ist, wie *Ameisensäure* mit *Ammoniak* bei einem gewissen Temperaturgrade Wasser und Blausäure bildet; wer wüsste nicht, dass die Cyansäure mit Ammoniak zusammengebracht, *Harnstoff* erzeugt, in dem sicherlich die Elemente des Ammoniaks nicht mehr, wie im Ammoniak gruppirt sind? mit *Phlorrhizin*, *Orcin* und *Erythrin* bildet das Ammoniak Farbstoffe, welche keineswegs das Ammoniak als solches enthalten.

Sollten nicht alle Farbstoffe, welche durch Säuren roth und durch Alkalien blau werden und die bekanntlich alle Stickstoff enthalten, diesen Stickstoff auf eine ähnliche Weise aus dem Ammoniak sich angeeignet haben, wie diess jene künstlich erzeugten Farbstoffe thaten? Kaum lässt sich diess bezweifeln; gewiss gelangten auch Pflanzeneiweiss, Pflanzenalkaloide und ähnliche Stoffe

auf diese höchst einfache Weise zu ihrem Stickstoffgehalte. Wir sehen also, dass die Assimilation des Stickstoffs in den Pflanzen sich fast leichter noch, ohne alle Hülfe der Lebenskraft, erklären lässt, als die des Kohlenstoffs und Wasserstoffs.

Fügen wir endlich den hier speciell für die Ernährung der Pflanzen aus der anorganischen Natur aufgeführten Gründen noch einen allgemeinen Grund hinzu, der, wiewohl häufig bezweifelt, doch nach den obigen Prämissen sehr für die hier vertheidigte Ansicht spricht. Dieser Grund bezieht sich nämlich auf die Erfahrung, dass es für die Vegetabilien selbst kein organisches Gift giebt. Ebensowenig als die Pflanzen in organischen Substanzen wie Mehlkleister u. s. w. fortkommen können, ebensowenig kann auch eine organische Substanz als directes Gift des Pflanzenreichs angesehen werden. Das Extractum nucis vomicae ist wohl für alle Thiere ein Gift; wenigstens werden dadurch selbst die Infusionsthierchen getödtet, während dasselbe der Ernährung und dem Wachsthume infusorischer Vegetabilien in keiner Weise nachtheilig ist. Die Pflanzen nehmen wohl auch lösliche organische Stoffe in sich auf, scheiden diese aber, gleich den ihnen differenten Mineralstoffen wieder aus. Gift ist den Pflanzen nur, was ihnen negativ schädlich ist, mit Ausnahme mehrerer Mineralstoffe. Gegen diese Ansicht wird man vorzüglich die von vielen vertheidigte Meinung über die Dreifelderwirthschaft geltend machen wollen, so wie die neuerdings erst von *Boussingault* über die Wurzelexcretion eines Oleanders angestellten Versuche. Es ist bekannt, dass man die Ursache der Erfahrung, dass auf einem und demselben Felde dieselbe Frucht nicht mehrere Jahre hinter einander gezogen werden könne, daher leitete, dass die Pflanzen durch ihre Wurzeln gewisse Stoffe ausschieden, welche dem Fortkommen anderer Pflanzen nachtheilig seien.

Nach den von *Liebig* aufgeführten Thatsachen würde wohl die Nothwendigkeit der Dreifelderwirthschaft schon allein daraus hervorgehen, dass gewisse Pflanzen gerade besondere Mineraltheile der Erde entnehmen, wodurch dann dieses Erdreich für einige Zeit untauglich zur Ernährung derselben Pflanzenspecies wird. Wie könnten sich aber organische Substanzen, was doch die Excretionen der Pflanzen sein sollen, bei dem steten Temperaturwech-

sel, dem immerwährenden Zutritt von Sauerstoff, von Wasser und andern zerstörenden Agentien so lange Zeit in der äussersten Erdoberfläche unzersetzt erhalten, unzersetzt unter einer Masse sich zersetzender Substanzen? Des ausgezeichneten und scharfsinnigen ***Boussingault's*** Versuche mit einem Topfgewächs beweisen gewiss nicht mehr, als dass ein nicht im natürlichen Zustande befindliches Gewächs (das Aufziehen einer Pflanze in einem Topfe ist stets ein dem Leben der Pflanze nachtheiliges Verhältniss, zumal wenn wie bei ***Boussingault's*** Versuche die Erde nicht verändert wird, und die untere Oeffnung des Topfs gar verschlossen ist) ebensogut durch die Wurzeln abnormer Weise etwas excerniren könne, als diess aus andern Theilen der Pflanze unter ungünstigen Verhältnissen geschieht. Wir übergehen diese von Pflanzenphysiologen noch keineswegs hinlänglich erörterte Frage und halten uns an die stricte Erfahrung, dass keines von den bekannten organischen Giften in geringer Menge (wie es dem Begriffe *Gift* entspricht) auf das Leben der Pflanzen nachtheilig wirke.

Aus allem dem, was hier von fremden und eignen Untersuchungen beigebracht worden, ist mit unbedingter Gewissheit zuerst die Möglichkeit bewiesen, dass die Pflanzen ihren ganzen Nahrungsvorrath aus den anorganischen Körpern: Wasser, Kohlensäure und Ammoniak beziehen können; ist ferner mit höchster Wahrscheinlichkeit dargethan, dass nur auf diese und keine andere Weise die Vegetabilien ernährt werden können; und ist endlich der Versuch wohl nicht ganz misslungen, die Wirksamkeit der chemischen Kräfte bei Bildung der organischen Materie an den Tag zu legen oder wenigstens ihre Mitwirkung zu erweisen. Oder sollte die lebende Natur in ihrem Streben, uns ihre Kräfte zu verhüllen, so weit gehen, dass sie den Pflanzen geböte, nur im blauen Lichtstrahle den Sauerstoff von seinen Banden zu lösen, weil gerade auch nur im blauen Farbstrahle einige Mineralkörper ihren Sauerstoff verlieren?

Es war nothwendig, diese Ansichten und Thatsachen über die Bildung organischer Materie im Pflanzenreiche vorauszuschicken, um ein Urtheil über die Stoffveränderungen und Umwandlungen der organischen Materie in thierischen Körpern fällen zu können; es war nothwendig, das Entstehen des organischen Stoffs im Pflan-

zenreiche nachzuweisen, da wir finden werden, dass der thierische Körper keine neue organische Materie erzeugt, sondern sich nur aus sich selbst oder dem Pflanzenreiche reproducirt; es war nothwendig, dem Chemismus in der niedern Lebenssphäre, in der einfachern Gestaltung nachzuforschen, damit wir desto vertrauensvoller die chemischen Erscheinungen in der Thierwelt zu entwickeln und erklären wagten.

Chemismus im Thierreiche.

Die chemische Action im thierischen Organismus ist eine ganz andere als in dem Pflanzenreiche; der thierische Organismus ermangelt der Fähigkeit, aus rein anorganischen Substanzen organische Materien zu erzeugen; er besitzt nicht die Kraft, bereits gebildeten Stoffen grössere oder geringere Sauerstoffquantitäten zu entziehen; er ist nicht im Stande, ganze Atomenaggregate zu trennen und aus verschiedenen derselben völlig verschiedene neue Aggregate herzustellen. Das Pflanzenreich fand seine Nahrung in wenigen anorganischen Stoffen: dem Thierreich kann kein anorganischer Körper als wahrhaftes Nahrungsmittel dienen. Das Pflanzenreich schuf aus den einfachen Körpern die complexen Atome der mannigfaltigsten Stoffe; das Thierreich kann sich nur aus bereits gebildeter organischer Materie seine festen Grundlagen, seine Gewebe formen, und zwar so, dass dabei immer gewisse Atomengruppen in der allgemeinen vitalen Bewegung unverändert bleiben; meist erstreckt sich die den organischen Stoffen im Thierkörper mitgetheilte Bewegung nur auf eine Veränderung in der Lage und Cohäsion der mechanischen Molecüle; es entsteht die grosse Anzahl polymorpher Körper, die wir in festen und flüssigen thierischen Theilen finden; doch zuweilen erstreckt sich der Impuls der Bewegung auch auf die chemischen Molecüle; hierbei wird aber der ganze Atomencomplex nicht aufgehoben, sondern die chemischen Molecüle nehmen nur eine andere gegenseitige Lage an; es entstehen Körper mit derselben Anzahl von Elementaratomen, in denen aber nicht blos die physischen, sondern auch die chemischen Eigenschaften verändert sind; es kommen mit einem Worte isomere und polymere Körper vor, die sich als solche nicht im Pflanzenreiche finden, aber denen des Pflanzenreichs ih-

rer procentischen Zusammensetzung nach nahe verwandt sind, ja eben dadurch ihren Ursprung verrathen.

Im pflanzlichen Organismus zeigt sich als Hauptmoment chemisch-vitaler Thätigkeit die Abscheidung von Sauerstoff; es ist in den chemischen Molecülen eine progressive Bewegung, deren Ziel möglichste Trennung und Entfernung des Sauerstoffs und Herstellung der complicirtesten Radicale und der vollkommensten organischen Materie ist. Im thierischen Organismus findet keine Desoxydation der organischen Substanz statt; derselbe entlehnt die vollkommenste, leicht wandelbare, organische Materie dem Pflanzenreiche, um sie, wenig verändert, sich anzuähnlichen: dagegen ist der wesentlichste Unterschied des pflanzlichen und thierischen Organismus der, dass der letztere ein durch die Respiration deutlich ausgesprochenes Oxydationsvermögen besitzt; diese Oxydation im Thierkörper ist aber bereits eine Rückbildung der organischen Substanz; nicht die aus dem Pflanzenreiche entlehnten höhern organischen Stoffe werden oxydirt, um sie in der thierischen Oekonomie zu verwenden, sondern die bereits animalisirten und wieder verbrauchten und untauglich gewordenen Stoffe werden zum Zwecke der Ausscheidung theilweise oxydirt; es ist ein vollkommen retrograder Weg, den der thierische Organismus durch den inspirirten Sauerstoff einschlägt; er zerstört durch den Sauerstoff die complexen organischen Atome, und erzeugt so Stoffe, die durch die Drüsen ausscheidbar sind; durch Oxydation ähnlicht er die organische Materie bereits dem anorganischen Stoffe an, und bildet die Ausscheidungsstoffe, die in vielfacher Hinsicht schon ihren Uebergang zu den anorganischen Materien zu erkennen geben.

Das erste Hauptmoment, durch welches sich der Chemismus im Thierkörper von dem im Pflanzenkörper unterscheidet, ist längst wohl schon gefühlt und geahnt worden; allein noch fehlte es immer an treffenden Versuchen, an gültigen Beweisen. Man wusste zwar, dass die Thiere sich nur von organischer Materie nähren könnten, dass nur durch das Pflanzenreich die Thierwelt sich am Leben erhalten könnte: man glaubte aber darum doch, dass dem animalischen Organismus eine mächtige Kraft inwohne, nicht nur die organischen Körper umzuwandeln, sondern auch einige anorganische Stoffe sich anzueignen und in organische Materie umzugestalten; ja man ging wohl in dem festen Glauben an die unüber-

schwängliche Lebenskraft so weit, anzunehmen, dass der Thierkörper die Fähigkeit besitze, Elemente in andere umzuwandeln und wohl gar aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, Eisen, Kalk, Phosphor u. s. w. zu erzeugen. Es ist nun in dem Folgenden, wo wir den Mineralsubstanzen ein eignes Capitel gewidmet haben, unser Streben gewesen, zu beweisen, dass alle im Thierkörper vorgefundenen Mineralsubstanzen demselben von aussen zugeführt worden sind, und dass diese insofern als Nahrungsmittel desselben angesehen werden können, als sie, wie die des Pflanzenreichs, unerlässlich nothwendig zum Bestehen des Organismus sind. Wir glauben durch Zahlen und Versuche bewiesen zu haben, dass alle jene Mineralsubstanzen dem Thierkörper in gnügender Menge aus dem Pflanzenreiche und vielleicht auch aus dem Quellwasser zukommen, dass aber diese Körper im thierischen Organismus nur geringe Veränderungen erleiden, die dazu leicht aus chemischen Principien hergeleitet werden können, und dass demnach in keiner Weise dem Thierkörper eine Kraft zugeschrieben werden könne, die auf Bildung oder Umwandlung jener Mineralkörper hinwirkte.

Andre Gelehrte, weniger den fabelhaften Kräften einer zauberischen Lebenskraft zugethan, waren nicht abgeneigt, dem Thierkörper, in dem sie die höchste Potenz des Lebens zu finden glaubten, die Fähigkeit in erhöhtem Grade zuzuschreiben, vermöge deren er aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff unmittelbar oder aus den Producten der Zerstörung complexer pflanzlicher Stoffe thierische Substanzen herzustellen vermöchte. Man missbilligte die Ansicht nicht, dass der thierische Organismus auch Wasser, Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff in sich aufnehmen und zu organischer Materie verarbeiten könne; man scheute sich nicht, ebengenannte Stoffe auch im engern Sinne des Wortes als Nahrungsmittel gelten zu lassen. Beschränken wir aber den Begriff von Nahrungsmittel dahin, dass hierzu nur solche Substanzen gehören, die, in einen lebenden Organismus gebracht, von diesem in ihren chemischen und mechanischen Molecülen so umgewandelt und umgestaltet werden, dass sie dadurch fähig werden, die materiellen Substrate des belebten Körpers zu ersetzen: so können wir weder Stickstoff noch Kohlensäure, und selbst nicht den das Leben unterhaltenden Sauerstoff und das zur

Lebensbewegung unerlässliche Wasser zu den eigentlichen Nahrungsmitteln des Thierkörpers rechnen.

Der Sauerstoff, die Lebensluft, das *Nutrimentum vitae et flammae*, ist also kein Nutriment des thierischen Organismus im obigen Sinne. Die ganze chemische Constitution aller materiellen Substrate des thierischen Organismus beweist dieses; überall finden wir in diesen Substraten sauerstoffarme, organische Substanzen, Stoffe, die wir entweder als solche oder nur wenig metamorphosirt bereits als Producte der Pflanzenvegetation kennen; Stoffe, die die mannigfachsten Veränderungen ohne innere Umwandlung erleiden können, durch Hinzutreten eines einzigen Atoms Sauerstoff aber schnell in zahlreiche Zersetzungsproducte verwandelt werden würden. Der Sauerstoff wird nur durch die Lungen in das Blut geführt, um dort die den Zwecken des Thierkörpers nicht mehr förderlichen Stoffe zur Ausscheidung durch die Excretionsorgane tauglich zu machen; die proteinhaltigen wie die leimgebenden, die fettigen wie andre stickstofffreie Substanzen zerfallen, durch den freien Sauerstoff des Blutes erschüttert, allmählig in Harnstoff, Harnsäure, Gallenfarbstoff, Bilin, Extractivstoffe, Milchsäure und Kohlensäure. Nur durch den Sauerstoff wird die Ausscheidung des Untauglichgewordenen ermöglicht; er ist es, der zur schnellen Entfernung des Untauglichen, des Schädlichen, des Ueberflüssigen, des Todten aus dem lebenden Organismus das meiste beiträgt; der Sauerstoff im Blute muss im Allgemeinen ziemlich schnell in Gemeinschaft mit dem Alkali des Bluts auf die Zersetzung der organischen Stoffe hinwirken, deren Zusammensetzung und Zusammenfügung durch das Untauglichwerden selbst schon wankend geworden oder theilweise zerfallen ist; denn der in so grosser Menge in den Lungen aufgenommene Sauerstoff tritt selbst schon im arteriellen Blute, wie *Magnus* gezeigt, sehr gegen die Quantität der Zersetzungsproducte und namentlich gegen die der Kohlensäure zurück. Der Sauerstoff ist also ein nothwendiges Bedingniss des thierischen Lebens; denn ohne ihn oder bei zu geringem Zufluss desselben verharren die untauglich gewordenen Stoffe des Thierkörpers im Blute; diese Stoffe verwesen nicht auf normale Weise; sie gehen in Fäulniss über, stecken die gesunden Theile des Blutes an; es entsteht Blutfäulniss und bedingt von einer Seite her Typhus. Der Sauerstoff ist aber eben-

darum noch keineswegs Nahrungsmittel des thierischen Körper; denn er vereinigt sich nur mit dem Untauglichen, um wieder in die anorganische Welt zurückzugehen, aber er bildet mit keiner Substanz eine wesentliche Grundlage des belebten Thierorganismus; ja es ist nicht wahrscheinlich, dass er etwas zu der Bildung der für die thierische Oekonomie so äusserst wichtigen Milchsäure beitrage (wie unter diesem Artikel ausführlich gezeigt ist). So wie die ausgeschiedenen Stoffe wohl hie und da noch zu besondern Zwecken vom Thierkörper verwendet werden, ehe sie ganz an die Aussenwelt übergehen, so wird der Sauerstoff mittelbar auch dem belebten Organismus nützlich sein; aber darum ist er noch kein Nahrungsmittel.

Das Wasser, von Manchen wohl als Nahrungsmittel angesehn, wird wohl nur zur Erhaltung der physischen Eigenschaften des Thierkörpers verwendet; es ersetzt nur den Verlust des durch Lungen- und Hautausdünstung verflüchtigten oder andere Excretionen ausgeschiedenen Wassers; es dient nur dazu, um dem Körper die Fülle zu erhalten, den festen Stoffen als Lösungsmittel und den unlöslichen als Transportmittel zu dienen; wir haben schon in dem Obigen (S. 76) die Nothwendigkeit des flüssigen Wassers zum thierischen und pflanzlichen Leben dargethan; allein für ein Nahrungsmittel können wir es nicht halten; denn nirgends im Thierkörper hat man je eine Zersetzung des Wassers, ein Freiwerden von Wasserstoff oder Sauerstoff wie im Pflanzenreiche beobachtet; eher dürfte eine Bildung von Wasser im Thierkörper anzunehmen sein.

Eine später ausführlicher mitgetheilte Beobachtung, die ich während vier Tagen über das Verhältniss der von mir mit festen und flüssigen Nahrungsmitteln aufgenommenen Wassermenge zu der Quantität des durch Urin, Stuhlgang und Lungenausdünstung ausgeschiedenen Wassers machte, lehrte mich, dass auf den drei letzten Wegen allein meist beinahe ebensoviel Wasser ausgeschieden wurde, als aufgenommen worden war, so dass es den Anschein gewinnt, als ob eine der durch Hautausdünstung abgeschiedenen Flüssigkeit entsprechende Quantität Wasser im menschlichen Körper aus seinen Elementen erzeugt würde.

Die Kohlensäure wird wohl Niemand für ein Nahrungsmittel des Thierkörpers halten; denn durch die Lungen wird sie nicht aufgenommen; wir wissen ja, dass schon geringe Mengen

derselben die atmosphärische Luft schädlich und selbst giftig machen können. So wohlthätige Wirkungen auch die Kohlensäure, in den Magen gebracht, äussert, so wird sie dort doch nicht anders wirken, als wenn wir sie auf brandige Geschwüre appliciren; sie erleidet im Magen und Darmkanal keinerlei Zersetzung, denn wie könnte sie dort sowohl als an andern Orten so häufig als Zersetzungsproduct erscheinen? Wäre die Kohlensäure Nahrungsmittel, so würde sie nicht in so reichlicher Masse aus dem Organismus entfernt, sie würde dem Thierkörper nicht ein so tödtliches Gift sein.

Zweifelhaft war es lange Zeit, ob Stickstoff aus der Luft von dem thierischen Körper aufgenommen werde, da die Versuche mehrerer Physiologen, *Allen* und *Pepys*, *Dulong's* und Anderer über die Verhältnisse der inspirirten und exspirirten Gase kein ausreichendes Resultat gegeben hatten. *Boussingault*, der überhaupt unsere Kenntniss von dem Verhalten der belebten Organismen zu den Elementarstoffen sehr bereichert hat, ist es auch gelungen, den Beweis zu führen, dass kein Stickstoff aus der Atmosphäre durch den thierischen Organismus assimilirt wird. Er verglich nämlich die Quantität der Elemente der Nahrungsmittel, womit ein Pferd drei Tage lang gefüttert worden war, mit der der Elemente der flüssigen und festen Excremente, und fand, dass sich in den letztern weniger Stickstoff als in den erstern befinde; hieraus schloss er, dass der verloren gegangene Stickstoff im Organismus zurückgeblieben und zur Bildung der stickstoffhaltigen Substrate verwendet worden sei, und dass in Uebereinstimmung mit *Dulong's* Versuchen durch die Respiration mehr Stickstoff exhalirt als inspirirt werde. Indessen dürften wir aus den allseitig bestätigten Versuchen, wornach Thiere bei völlig stickstofffreier Nahrung nach kurzer Zeit starben, vielleicht noch sicherer den Schluss ziehen, dass die Organe des thierischen Körpers nicht das Vermögen besitzen, aus der Luft Stickstoff als Bestandtheil aufzunehmen, sondern darauf angewiesen sind, bereits gebundenen Stickstoff in sich aufzunehmen. Der Stickstoff als solcher ist daher ebensowenig wie die Kohlensäure ein Nahrungsmittel zu nennen.

Die Exhalation des Stickstoffs scheint mir nach einigen Versuchen, die ich über den Stickstoffgehalt exspirirter Luft in einer Zeit anstellte, wo ich 9 bis 16 Tage von reinen Animalien gelebt hatte,

keineswegs erwiesen; denn während ich den Morgenharn fast gesättigt mit Harnstoff und Harnsäure fand, konnte ich in der exspirirten, über Quecksilber aufgefangenen und entwässerten Luft auf 100 CC. derselben immer nur zwischen 78 bis 81 CC. Stickstoff entdecken, während ich in 100 CC. einer von einem Fleischkost geniesenden Diabetiker exhalirten Luft 87 CC. Stickstoff in zwei ganz übereinstimmenden Versuchen fand. Doch mag ich selbst bei der geringen Menge der Untersuchungsobjecte, so wie der Mangelhaftigkeit meiner Apparate nichts mit Sicherheit hieraus schliessen.

Dass im Thierkörper, wie in den Pflanzen, eine Assimilation des Stickstoffs aus etwa zugeführtem Ammoniak erfolge, dürfte wenigstens sehr zweifelhaft sein; es ist weiter unten zu beweisen versucht worden, dass sich in den thierischen Flüssigkeiten im Leben nur selten Ammoniak vorfinde. Am sichersten ist ein Ammoniaksalz noch im Magensafte nachgewiesen worden; sollte aber dort Ammoniak ausgeschieden werden, wenn es selbst erst assimilirt werden müsste? Würde dann wohl auch das Ammoniak so häufig in den Excreten auftreten? Das Ammoniak ist kein Nahrungsmittel; wie könnte es sonst schon in so geringen Mengen als Gift wirken?

Als ein zweites Moment bei Betrachtung der Stoffmetamorphosen im Thierkörper haben wir die grosse Beschränkung des Chemismus hervorgehoben. Es ist ein Paradoxon, mehr durch die unter dem Speciellen angezogenen Beobachtungen und Versuche, als durch eine generelle Deduction zu erweisen, dass die organischen Stoffe, welche dem Thierkörper als Nahrungsmittel dienen, bei der Verdauung und Assimilation nur eine Umlagerung ihrer mechanischen oder auch ihrer chemischen Molecüle erfahren, dass aber ihr Atomencomplex selbst nicht aufgehoben, d. h. ihre chemische Zusammensetzung so verändert werde, dass durch Abgabe oder Aufnahme einzelner Elementaratome, durch völlige Zerstörung der organischen Grundlagen ganz neue Stoffe aus den Nahrungsmitteln gebildet werden. Wenn wir dem Thierkörper die Fähigkeit absprechen, aus den Nahrungsmitteln ganz neue Stoffe zu erzeugen, so ist zugleich der Beweis unerlässlich, dass alle Atomencomplexe, die wir als wesentliche Bestandtheile des Thierkörpers kennen, bereits gebildet im Pflanzenreiche vorkommen müssen. Rücksichtlich jeder einzelnen organischen Substanz haben wir diess in dem Folgenden unter dem physiologischen Theile

zu erweisen gesucht; hier genüge nur die kurze Anführung der Resultate, zu welchen wir in dieser Hinsicht gekommen sind.

Es ist nothwendig, dass wir eine Vergleichung der wesentlichen Nahrungsmittel mit den wesentlichen Bestandtheilen des Thierkörpers vorausschicken, um so das Verhältniss beider zu einander gehörig würdigen zu können. *Prout* *) theilte zuerst alle Nahrungsmittel der höhern Thiere in eiweissartige, d. h. stickstoffhaltige, *Albuminosa*, zu welchen der Kleber und alle Proteinverbindungen gehören, in fettige oder ölige, *Oleosa*, und in zuckerartige, *Saccharina*, zu welchen er Stärkmehl, Gummi u. s. w. rechnete. *Prout* ging hierbei von einer Betrachtung des natürlichsten aller Nahrungsmittel, von der Milch aus; in der Milch finden wir die Repräsentanten dieser drei Classen von Nahrungsmitteln, welche nach den Versuchen von *Magendie*, *Tiedemann* und *Gmelin*, und Andern gleich nothwendig zur vollkommenen Ernährung des thierischen Organismus sind. Diese Eintheilung der Nahrungsmittel ist uns daher selbst von der Natur vorgeschrieben; sie ist aber um so naturgemässer, um so annehmbarer, als wir im Thierkörper selbst die Stoffe leicht wiedererkennen, welche durch geringe Modificationen aus den einzelnen Classen dieser Nahrungsmittel hervorgegangen sind. Wir können nämlich nur folgende Stoffe als wesentliche Grundlagen des thierischen Organismus ansehen: Protein, dessen Modificationen mit etwas Schwefel und Phosphor den selbst wieder in mannigfachen Abänderungen erscheinenden Substanzen, wie Eiweiss, Faserstoff, Käsestoff, Globulin u. s. w. zur Grundlage dienen; leimgebende Materie, deren mannigfache Modificationen sich ebendadurch, dass sie ein gemeinschaftliches Umwandlungsproduct liefern, als gleich oder analog zusammengesetzt zu erkennen geben; Fett, welches ebenfalls in den mannigfachsten Abänderungen im Thierkörper vorkommt; und Milchsäure, deren äusserst grossen Einfluss auf die ganze thierische Oekonomie wir unter dem betreffenden Artikel dargethan zu haben glauben.

Vergleichen wir zunächst die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel mit den stickstoffhaltigen Substraten des Thierkörpers, so bedarf es seit *Mulder's* Entdeckung des Proteins keines Beweises

*) *Prout*, Müller's Physiologie. Bd. I. S. 463.

mehr, dass das Pflanzeneiweiss seinen organischen Elementen nach völlig gleich zusammengesetzt sei, nicht nur mit dem thierischen Eiweiss, sondern auch mit dem Faserstoff des Blutes sowohl wie der Muskeln, mit dem Käsestoff der Milch und der Rinde der Blutkörperchen oder der wesentlichen Substanz der Krystalllinse; wir wissen, dass diese Körper nur durch einen geringen Gehalt an Schwefel und Phosphor unterschieden sind, und dass von diesem keineswegs allein, sondern wohl mehr von der verschiedenen Zusammenlagerung der physischen Atome, von der verschiedenen Cohäsion der mechanischen Molecüle die Verschiedenheit der einzelnen und mannichfachen Modificationen abhängig ist, dass die Proteinverbindungen mehr als polymorphe denn als isomere Körper anzusehen sind; wissen wir doch aus der anorganischen Chemie, welchen Einfluss die Cohäsion auf die Affinitätserscheinungen äussert; wissen wir doch, dass polymorphe Körper der anorganischen Chemie, in denen wir nur eine verschiedene Zusammenstellung der physischen Atome annehmen können, oft auch rücksichtlich einiger chemischen Eigenschaften sich verändert zeigen; wie viele Oxyde verlieren nicht durch Glühen ihr Vermögen, sich mit Säuren zu verbinden? Wir sind durch vielfache Untersuchungen zu dem Resultate gekommen, dass viele Körper des Thierreichs, die man früher streng von andern und unter einander unterschied, z. B. das Pyin, Phimatin, Pepsin, die eiweissartige Substanz des pancreatischen Saftes, so wie die des Speichels u. dergl. mehr, nichts als Modificationen des Proteins sind. Es ist kein aus der Luft gegriffener Satz, wenn wir behaupten, dass, je grösser der Atomencomplex eines Stoffes ist, die Cohäsionsanziehungen der mechanischen Molecüle um so verschiedener sind und um so mannigfaltigere Modificationen bedingen. Wir können es hiernach sowohl als nach den zum Theil von mir angestellten Untersuchungen wohl als erwiesen ansehen, dass der thierische Organismus nur an den mechanischen Molecülen des ihm durch die Nahrungsmittel zugeführten Proteins, rüttele, d. k. nur die Cohäsion der Atomenconglomerate modificire, um die eiweissartigen Stoffe und insbesondere das Pflanzeneiweiss zu assimiliren, d. h. in Faserstoff, Globulin, Käsestoff u. s. w. zu verwandeln; wir haben weiter unten zu beweisen gesucht, dass das den pflanzenfressenden Thieren oder dem Menschen bei vegetabilischer Kost zugeführte Pflanzen-

eiweiss vollkommen hinreiche, um dem Organismus das nur mechanisch umzuarbeitende Material zur Production oder Reproduction der proteinhaltigen Stoffe und Gewebe zu liefern. Dass fleischfressende Thiere bei vegetabilischer Kost bald abmagern und sterben, liegt nicht an dem Mangel ihnen zugeführten Proteins, sondern unter andern Ursachen hauptsächlich daran, dass ihre Verdauungsorgane zunächst bei der ungewohnten Kost leiden müssen; denn sterben doch fleischfressende Thiere nach *Magendie's* Versuchen selbst bei dem Genusse blosen Proteins, das ihnen in Form von Käsestoff oder Eiweiss gereicht wird.

Nach diesen Vordersätzen denken wir uns den Process der Verdauung und Assimilation proteinhaltiger Nahrungsmittel ungefähr in folgender Weise: Schon durch den Speichel erleiden die Nahrungsmittel eine Verwandlung. Wir haben unter dem Artikel Speichelstoff nachgewiesen, dass die von *Schwann* und Andern beobachtete Umwandlung des Stärkmehls in Zucker nicht durch den gewöhnlich so genannten Speichelstoff bewerkstelligt wird, sondern durch eine sich immerwährend umwandelnde Proteinverbindung. Es ist hiernach nicht unwahrscheinlich, dass schon im Speichel durch Vermittlung dieser wandelbaren Substanz die complexen Proteinatome eine mehr physische Veränderung erleiden und zu den fernern Umwandlungen vorbereitet werden. Bei der Magenverdauung tritt bekanntlich eine Substanz, das Pepsin, welches so vielfache Untersuchungen verursacht hat und nach dem, was wir unter dem betreffenden Artikel angeführt haben, sich als eine in Umwandlung begriffene Proteinverbindung zu erkennen giebt, als wesentlichstes Bedingniss einer normalen Digestion auf; im Magen erleidet das Protein Veränderungen, ohne in seiner chemischen Constitution umgewandelt zu werden; denn warum würde daselbst Eiweiss und Käsestoff erst coagulirt, um wieder aufgelöst zu werden, wenn es dabei nicht auf gewisse Umwandlungen in der physischen Constitution ankäme? den mechanischen Molecülen desselben wird durch das in Bewegung befindliche Pepsin die bestimmte Richtung seiner Molecülenbewegung angewiesen. Das chemisch immer noch gleiche, nur physisch veränderte Protein gelangt aus dem Magen in das Duodenum; hier trifft es mit dem pancreatischen Safte und der Galle zusammen; der pancreatische Saft ist selbst reich an Protein, man findet selbst im *Ductus Wir-*

sungianus zuweilen Concremente einer eiweissartigen Substanz, die, wie ich neuerlichst gefunden, ihrem Schwefelgehalte nach weder Käsestoff, noch Globulin ist, und da sie keinen Phosphor enthält, nicht Eiweiss oder Faserstoff sein kann; wozu wird diese Substanz dem Speisebrei zugeführt, wenn sie nicht eine Anähnlichung des Proteins der Nahrungsmittel bezwecken soll? Das Bilin ist die wandelbarste aller animalischen Substanzen; wir wissen nicht, ob diese zur Assimilation des Proteins etwas beiträgt. Bedarf das so vorbereitete Protein noch einer Abänderung, so geschieht diese vollkommene Anähnlichung wohl noch durch das Eiweiss des auch bei hungernden Thieren eiweisshaltigen Chylus; seine letzte Ausbildung und Verwendung erhält es im Blute. Den nicht hinlänglich assimilirten Ueberschuss aufgenommenen Proteins finden wir in den Excrementen wieder.

Man dürfte nun fragen, warum die Natur so vieler Mittel erst sich bedienen muss, um eine chemisch völlig gleichartige Substanz nur in ihren physischen Eigenschaften zu verändern? wir können hiergegen nur daran erinnern, dass es nur mit Hülfe der stärksten chemischen Agentien gelingt, der geglühten Alaunerde, Zirkonerde, dem Zinnoxyd ihre Löslichkeit in Säuren wieder zu ertheilen, dass es aber noch keineswegs menschlichen Kräften gelungen ist, aus coagulirtem Eiweiss oder Käsestoff wieder lösliches Albumin oder Casein zu machen. Wenn wir dem Zauber der Lebenskraft die Fähigkeit zutrauen, geronnenes Protein mit einem Schlage in lösliches zu verwandeln; warum gab sie den Wiederkäuern vier Magen und die enorme Länge des Darmkanals und liess nicht mit wenigen Zauberschlägen die Extraction und Assimilation der pflanzlichen Nahrungsmittel erfolgen?

Es fragt sich aber nun: aus welchen Pflanzensubstanzen oder woher überhaupt leiten die leimgebenden Gewebe ihren Ursprung? Ist es der Kleber der Vegetabilien, aus welchem sich jene Thierstoffe reproduciren? oder besitzt der thierische Organismus die Kraft, Protein in leimgebende Materie umzuwandeln? Nach dem jetzigen Stande der Sachen möchten wir fast die letztere Frage bejahen; denn wird doch der kindliche Organismus nur durch das Protein, als die einzige deutlich ausgesprochene, stickstoffhaltige Substanz der Milch, ernährt. Auch im Blute, in dem das Stoffmaterial für Bildung der Gewebe und Organe aufgehäuft ist, finden

wir ausser den Proteinverbindungen keinen stickstoffhaltigen Körper, welcher dem leimgebenden Gewebe als Grundlage dienen oder selbst beim Kochen Leim geben könnte. Vergleichen wir *Boussingault's*, dieses exacten Chemikers, Analyse des Klebers mit *Mulder's* Analyse des Pflanzeneiweisses, so finden wir beide Stoffe ziemlich gleich zusammengesetzt; es ist nicht unwahrscheinlich, dass beide Stoffe in ihrer chemischen Zusammensetzung nicht mehr verschieden sind, als Stärkmehl, Gummi und Zucker, und dass im Pflanzenreiche wie bei der Verdauung der Thiere Kleber so gut in Protein umgewandelt werden kann, wie Stärkmehl in Gummi und Zucker. Bei der geringen Quantität des Proteins in Pflanzensubstanzen muss man annehmen, dass der Kleber des Pflanzenreichs den Thieren als Nahrungsmittel dienen könne; da sich nun im Blute ausser dem Protein und einigen unbedeutenden Extractivstoffen nichts Stickstoffhaltiges vorfindet, so ist es wahrscheinlich, wiewohl noch nicht durch Versuche erwiesen, dass der Kleber bei der Assimilation durch eine Verrückung der chemischen Molecüle in Protein umgewandelt werde. Vergleichen wir die Zusammensetzung des Leims mit der des Proteins oder die physischen und physiologischen Eigenschaften der leimgebenden Gewebe mit denen der proteinhaltigen, so finden wir die strictesten Unterschiede. *Mulder* hat das reine Protein und seine Modificationen, so wie die beiden Arten von Leim analysirt, die letztern aber ganz anders als die erstern zusammengesetzt gefunden. Hieraus geht nun zwar hervor, dass die leimgebenden Substanzen nicht durch eine blosse Umlagerung der chemischen oder physischen Atome des Proteins schon in den ersten Wegen oder in dem Gefässsystem gebildet werden können: allein dennoch scheint eben der Mangel leimgebender Materie im Blute, so wie *Müller's* Erfahrung, dass bei Ablagerung von Knochen- oder Knorpelmaterie sich stets erst das dem Protein ähnlichere schwefelhaltige Chondrin erzeuge, ehe Colla gebildet wird, wenigstens darauf hinzudeuten, dass erst in den leimgebenden Geweben und nicht bei der Assimilation der Nahrungsmittel, aus dem meist schwefelhaltigen Protein Chondrin, und aus diesem unter Aufnahme von Knochenerde die collagebenden Gewebe gebildet werden. (Man vergleiche übrigens die hierauf bezüglichen Capitel *Chondrin* und *Colla*.)

Stellen wir nun die fettartigen Nahrungsmittel mit den im

thierischen und insbesondre im menschlichen Organismus befindlichen Fetten zusammen, so ergiebt sich zunächst, dass das Pflanzenreich nur wenig Fette erzeugt, während wir im Thierkörper dieselben Fette zwar hauptsächlich wiederfinden, allein ausser diesen noch eine zahllose Menge verschiedener Modificationen. Rücksichtlich der Fette überhaupt befinden wir uns in chemischer Hinsicht jetzt auf demselben Standpunkte, auf welchem wir noch vor wenigen Jahren rücksichtlich des Proteins und seiner Verbindungen waren. So viel ist zwar erwiesen, dass diese Fette bei der Elementaranalyse oft ganz verschiedene Resultate geben: allein dagegen sind doch die physischen Eigenschaften dieser Körper in so hohem Grade übereinstimmend, dass gewiss jedermann überzeugt sein wird, es müsse allen diesen Stoffen ein gemeinschaftliches Atomenconglomerat zu Grunde liegen; bei Harzen und ätherischen Oelen ist die Vereinfachung und Zurückführung auf bestimmte Verbindungen, auf gewisse Radicale bereits gelungen, eine Vereinfachung, die wir bei den Fetten noch suchen. Es ist daher wohl keine gewagte Hypothese, wenn wir die unter dem Capitel *Fette* weiter motivirte Meinung aussprechen, dass die Grundlage der Fette dem thierischen Organismus bereits von aussen durch die Pflanzenfette zugeführt wird und in demselben nur geringe Veränderungen zu erleiden braucht, um in so mannigfachen Modificationen zu erscheinen. Bei der Verdauung selbst scheinen die Fette keine Veränderungen zu erleiden, abgesehen von dem Einflusse der Galle, die eine feinere Vertheilung des Fettes im Speisebrei bedingt, so dass dasselbe absorbirbar wird. Im Chylus findet man nach *Tiedemann's*, *Gmelin's* und *Rees'* *) Untersuchungen die mit der Nahrung aufgenommenen Fette ziemlich unverändert wieder. Die eigentlichen Umwandlungen der aufgenommenen Fette geschehen erst im Blute theils durch dessen Alkali, theils durch dessen freien Sauerstoff, Agentien, die ohne alle Hülfe der Lebenskraft die Fette mannigfach zu verändern vermögen. Im Thierkörper selbst wird aber, wie weiter unten ausführlich bewiesen, kein Fett aus andern Substanzen erzeugt; von aussen wird dem Thierkörper selbst schon mit den

*) *Rees*, Pharmaceut. Centralbl. 1841. S. 364.

Pflanzennahrungsmitteln eine grössere Menge Fettstoff zugeführt, als das Bedürfniss des Organismus erfordert.

Eine dritte Classe von Nahrungsmitteln sind die stickstofffreien, organischen Substanzen, in welchen der Sauerstoff und Wasserstoff ganz in demselben Verhältnisse enthalten sind, wie im Wasser, nämlich die verschiedenen Stärkmehlarten, wie Amylon, Inulin, Lichenin, die Gummiarten, als Cerasin, Acacin, Dextrin, mehrere Zuckerarten, wie Rohrzucker, Krümelzucker, u. s. w. In der Milch hat diese Classe von Nahrungsmitteln im Milchzucker ihren Repräsentanten: fragen wir aber, welcher thierische Stoff aus diesen Körpern gebildet, welches Gewebe, welches Organ durch diese Classe von Nahrungsmitteln reproducirt werde, so vermissen wir für den ersten Blick einen Thierstoff, der aus jenen entstanden sein könnte; wir werden vielleicht geneigt zu glauben, dass die Stoffmetamorphose und Stoffbildung im Thierkörper doch etwas complicirter sei, als wir sie hier darzustellen versucht haben; wir sind vielleich geneigt, einem *Rees* Beifall zu schenken, welcher glaubt, dass durch die Assimilation im Thierkörper aus Fett Eiweiss gebildet werden könne, oder Andern, welche den Assimilationsprocess in ein undurchdringliches Chaos versenken. Greifen wir jedoch nicht nach complicirten Theorien, so lange wir noch nicht gezwungen sind, die einfachen Erklärungsweisen ihrer Untauglichkeit halber zu verlassen, verkennen wir nicht die in ihren Erscheinungen so mannigfaltige, in ihren Gesetzen so einfache Natur! Wir sehen uns genöthigt, uns nur an die nackten Thatsachen haltend, fern von jeglicher Hypothese, die paradoxe Meinung aufzustellen, dass alle diese Stoffe nur zur Erzeugung der Milchsäure im thierischen Organismus verwendet werden, der Milchsäure, dieses so wenig berücksichtigten, erst neuerdings aufgefundenen, häufig für ein blosses Zersetzungsproduct angesehenen Stoffs, der dazu nur in geringer Menge im Thierkörper sich vorfindet.

Ist aber das ein unwichtiger Stoff, durch den die wichtigsten thierischen Processe geleitet, durch den die Verdauung bedingt, durch den die Knochenerde zur Befestigung einzelner Gewebe, um dem ganzen Körper einen Halt zu geben, hie und da abgelagert werden? ist das ein unwichtiger Stoff, der den Chemismus im Thierkörper regelt? denn auch der Thierkörper bedarf eines che-

mischen Agens; die Milchsäure ist dem thierischen Organismus, was dem pflanzlichen jene genau begrenzte Menge von alkalischen Basen ist; überall im Thierkörper ist Milchsäure bald frei, bald gebunden, je nachdem sie gebraucht wird. Finden wir aber den Nutzen der Milchsäure nicht zu gering, nun so wird es uns um so leichter, uns nur an positive Thatsachen fest zu halten; wir wissen, dass aus allen oben aufgezählten stickstofffreien Nahrungsmitteln Milchsäure auch ausserhalb des Organismus erzeugt werden kann, ja wir wissen, dass im Magen sich aus Stärkmehl u. s. w. im normalen Zustande Milchsäure erzeugt; es ist endlich unbestritten, dass gerade die Milchsäure den Sauerstoff und den Wasserstoff in demselben Verhältnisse enthält wie das Wasser und jene Nahrungsmittel, und dass es nur eines geringen Impulses der chemischen Molecüle des Stärkmehls und Zuckers bedarf, damit diese sich aus der Form des Stärkmehls oder Zuckers in die der Milchsäure umsetzen. Mehr wissen, mehr sehen wir nicht von dem Verhältniss der stickstofffreien Nahrungsmittel zum thierischen Organismus; schliessen wir daher auch nicht weiter, als der Versuch und die Beobachtung uns führen. Wir sehen hier Nahrungsmittel, die, ganz im Einklang mit den oben kurz angedeuteten Sätzen, nur geringe Veränderungen bei der Assimilation erleiden, um in der thierischen Oekonomie den ihnen zugehörigen Platz auszufüllen (Man vergleiche die Artikel: *Milchsäure* und *Milchzucker*).

Noch ist die Frage zu beantworten, ob ausser den genannten eiweissartigen, fettigen und stickstofffreien Nahrungsmitteln keine organische Substanz assimilirt werden könne. Im Allgemeinen muss diese Frage bestimmtest verneint werden; denn die zu jenen Classen von Nahrungsmitteln nicht gehörigen Körper werden entweder im Darmkanal gar nicht aufgesaugt, oder sie gehen in das Blut über, um von da durch Lungen, Haut und Urin wieder unverändert an die Aussenwelt abgegeben zu werden, oder sie werden im Blute zersetzt und dann auf denselben Wegen ausgeschieden. Betrachten wir die organischen Substanzen nach den Classen, in welche sie meist von den Chemikern eingetheilt werden. *Wöhler's* *) vortreffliche Untersuchungen über den Ueber-

*) *Wöhler,* Tiedemann's Zeitschr. f. Phys. Bd. I. S. 125 und 291.

gang von Substanzen aus dem Darmkanal in den Harn stehen uns hier hauptsächlich zur Seite. Die Umwandlung mehrerer nicht flüchtiger organischer Säuren mit Alkali in kohlensaure Salze thun uns nebenbei recht deutlich die Wirkung des mit dem Alkali vereinten Sauerstoffs dar; viele organische Säuren gehen unzersetzt, nur mit Alkali verbunden durch die Säftemasse, und werden durch die Nieren entleert. Dass die Pflanzenalkaloide nicht assimilirbar sind, geht direct daraus hervor, dass man mehrere derselben im Harne wiedergefunden hat, und indirect daraus, dass sie oder ihre Zersetzungsproducte so abnorme chemische Bewegungen in dem thierischen Organismus hervorbringen, wodurch sie zu den giftigsten Substanzen des Pflanzenreichs werden.

Die ätherischen Oele, Campher und Weingeist dunsten meist unverändert durch die Lungen und die Haut ab, wie vorzüglich *Magendie**) beobachtet, oder theilweise verändert durch die Nieren, wie *Wöhler* gefunden. Die Harze sind nie als Nahrungsmittel benutzt worden; auch lehrt ihre medicinische Wirkung, dass sie nicht assimilirbar sind. Von den Farbestoffen finden sich die meisten im Harne unzersetzt wieder; nur wenige werden im Blute verändert, aber sicher nicht assimilirt. Die Pflanzenfaser geht unverändert durch den Darmkanal und wird durch den Mastdarm excernirt. Es giebt noch eine Classe indifferenter, krystallisirbarer Körper, welche früher zum Theil zu den Alkaloiden gerechnet wurden; diese haben meist eine complicirtere Zusammensetzung und zerfallen unter gewissen Bedingungen in Zucker und andre Stoffe, z. B. Salicin, Amygdalin, Asparagin, Phlorrhizin, Coffein, diese werden im Thierkörper zersetzt, aber ausser dem Zucker schwerlich eines der Zersetzungsproducte assimilirt; einige dieser Stoffe finden sich auch unverändert im Harne wieder, z. B. Salicin.

Es wird gewiss vielen mit mir der Gedanke beigekommen sein, dass der Mensch gleichsam durch Instinct auf den Genuss von Thee und Kaffee geleitet worden ist, indem gerade beide Pflanzensubstanzen eine und dieselbe Substanz enthalten, welche sehr reich an Stickstoff ist und daher zur Ernährung recht tauglich zu sein scheint, nämlich das Theein oder Coffein. Um mich von der Richtigkeit dieser Ansicht zu überzeugen, nahm ich Abends vor Schlafengehen

*) *Magendie*, bullet. de la soc. philom. 1811.

einen Scrupel Theein, und unterwarf den Morgenharn folgender Behandlung. Derselbe wurde zur Extractconsistenz eingedampft und mit Alkohol extrahirt; das alkoholische Extract nach der Verdunstung des Alkohols in Wasser gelöst und mit Gerbsäure gefällt; der Niederschlag löste sich in Alkohol unter Zurücklassung einer geringen, schwarzbraunen Masse auf; diese Lösung ward theilweise verdunstet und gab mit Wasser einen grauweissen Niederschlag, der gleich gerbsaurem Theein sich beim Kochen auflöste: allein bei genauerer Untersuchung erwiess sich dieser Niederschlag keineswegs ls Theein, sondern es war eine Verbindung von Gerbstoff mit dem durch Bleizucker fällbaren Extractivstoffe des Harns. Bei einer quantitativen Analyse eines andern Theils desselben Harns fand ich in 100 Th. der festen Bestandtheile 58,195 Th. Harnstoff, eine Quantität, welche die von mir gewöhnlich in dem festen Harnrückstande gefundene bedeutend übertraf (vergl. *Harnstoff*). Das Theein geht demnach allerdings nicht als solches in den Harn über, wird aber im Blute in Zeit von 4 bis 8 Stunden zersetzt und liefert den stickstoffreichen Harnstoff, dem es auch seiner chemischen Constitution nach verwandt erscheint; es ist also kein Nahrungsmittel; würde auch deshalb im Thee und Kaffee schwerlich als solches betrachtet werden können, da es nach *Mulder* [1]) sich aus erkaltendem Thee- oder Kaffeeaufguss niederschlägt. Besondere krankhafte Symptome habe ich nach einem Scrupel Theein nicht bemerkt.

Liebig sagt irgendwo: „das Blut ist ein entstehendes Organ, aber kein bereits entstandenes.“ Das Blut enthält die Bestandtheile der einzelnen Organe als solche nicht in sich; im Blute finden wir nur drei bestimmt unterschiedene Proteinverbindungen, die sich durch ihren verschiedenen, wiewohl äusserst geringen, Gehalt an Schwefel und Phosphor unterscheiden; wir dürfen aber nicht glauben, dass diese Körper in diesem Zustande, in dieser Verbindung mit den anorganischen Elementen und Mineralsalzen, kurz als solche in die Substanz der Organe eingehen. Das Blut erleidet selbst oder vielmehr seine Bestandtheile an allen Orten des Organismus eine gewisse Veränderung; die Eiweiss-Faserstofftheilchen und andre Stoffe kommen in die Anziehungssphäre der Organe, wodurch sie in ihrer physischen und theilweise auch in ihrer chemischen Constitution eine Umgestaltung erleiden, die jedoch nicht mit einer chemischen Zersetzung verbunden ist; denn

1) *Mulder*, Pogg. Ann. Bd. 43. S. 161 und Natuur en Scheikundig Archief 1839. S. 458.

in der Muskelfaser finden wir dieselben Elemente und dieselbe Anzahl von Elementen, welche wir im Blutfaserstoff finden, und doch ist Blutfaserstoff noch nicht Muskelfaser. Gelang es dem scharfsinnigen *Laplace* aus den allgemeinen Gravitationsgesetzen eine Theorie der Capillarattraction herzuleiten, eine Theorie, die, selbst gestützt durch die Sicherheit des Calculs, alle Adhäsionserscheinungen und Gesetze auf das Gnügendste erklärt: so ist es wohl gestattet, für die im lebenden Körper erfolgenden Adhäsions- und Assimilationserscheinungen eine Erklärung aus den Attractionen und Bewegungen im Makrokosmus herzuleiten. Die Molecüle des Eiweisses, Faserstoffs und Globulins gleichen den Kometen der Sonnensysteme; wie diese in ihren excentrischen Bahnen nach allen Richtungen hin um die Sonne laufen, und die Bahnen der Planeten in allen möglichen Richtungen durchschneiden, so durchlaufen die chemischen Molecüle den ganzen Organismus in langen elliptischen Bahnen, und dringen häufig in einzelne Organe ein; wie aber die Kometen (nach den neuesten Ansichten der Kosmologen) allmählig in ein bestimmtes Sonnensystem hingezogen werden, um den Fixstern allein zu kreisen beginnen und endlich selbst zu Planeten werden, so gelangen auch jene Blutatome allmählig in die Anziehungssphäre der einzelnen Organe und werden endlich, den Gesetzen des dort fixirten Urkeims folgend, selbst zu integrirenden Theilen des Organes. Das organische Atom folgt von nun an nur der ihm zuertheilten Bewegung und muss darnach gewisse Veränderungen erleiden, ohne an seiner Masse zu verlieren, gleich wie man an den vermeintlich neu entstandenen Planeten der Astronomen dieselbe Masse erkennt, aber nur noch Spuren des früheren Zustandes wahrnimmt.

Die Muskelfaser enthält dieselbe Atomenmasse und doch ist sie nicht mehr Blutfaserstoff, die Anziehungen, die Gesetze sind anders, wenn auch die Materie dieselbe geblieben ist: folgen die dem Organe neu zugeführten Atome den diesem eigenthümlichen Bewegungen, so wird die Masse des Organs vermehrt, es wächst: werden aber dem Organe Molecüle zugeführt, die ihre excentrische Bewegung fortsetzen, die nicht mit in die Specialbewegung des Organs hineingezogen werden, die unverändert bleiben, so entsteht Entzündung; Ausschwitzung entsteht, wenn Eiweiss und Faserstoff unverändert in die Organe selbst hineindringen.

Wir bemerken wiederholt, dass mit der hier gegebenen Deduction der Stoffablagerung das Dynamische bei der Ernährung nicht etwa völlig geläugnet werden soll; wir sprechen ja hier nur von den an physische Gesetze gebundenen Substraten des Lebens. Lebenskräfte gehören nicht in die physiologische Chemie.

Es ist nicht zu entscheiden, inwiefern die aus dem Blute in die Gewebe übergehenden Stoffe auch in ihrer chemischen Constitution, in ihrer chemischen Masse verändert werden; denn erst muss das dem leim- und chondringebenden Gewebe, so wie dem Leime selbst zu Grunde liegende Radical aufgefunden werden, ehe man über die Bildung dieser von den eiweissartigen so verschiedenen Gewebe ein Urtheil fällen kann; denn gerade bei diesen Geweben sollte man eine chemische oder mechanische Erklärung der Ablagerungsart eines oder des andern Bestandtheils aus dem Blute für möglich halten, da besonders diese Gewebe am wenigsten lebensrege sind.

Sollte es erlaubt sein, auch rücksichtlich der Constitution der Gewebe einen Vergleich mit dem Makrokosmus anzustellen, so würde manches sich erklären lassen, was bisher dunkel war. Denken wir uns nämlich die Gewebe gleich den Felsarten unsers Erdkörpers bald aus einer ziemlich rein abgeschiedenen, chemisch constituirten Substanz bald aus mehreren solcher chemischen Verbindungen zusammengesetzt: so finden wir einerseits von selbst den Grund, warum dieselben Gewebe verschiedener Orte des Körpers oder verschiedener Individuen derselben Species bei der Analyse nie aus derselben Zahl von Elementen zusammengesetzt gefunden werden, und andrerseits auch die Ursache, warum in Krankheiten die Gewebe selbst so mannigfache Veränderungen in Structur und Zusammensetzung erleiden können.

In den Knochen haben wir die Juxtaposition und Mengung eines organischen Stoffs oder vielleicht mehrerer mit einem mineralischen; in der Gehirnmasse eine proteinartige mit einer fettartigen organischen Substanz, in der Cornea eine leimgebende mit einer proteinhaltigen. Hier ist es den Chemikern gelungen, die Juxtaposition der heterogenen Stoffe nachzuweisen, gerade so wie man im Stande ist, auch in feinkörnigem Granit Quarz, Feldspath und Glimmer zu erkennen; allein gleich wie es nicht bei allen geognostischen Gesteinen die Juxtaposition der verschiedenen chemischen Verbindungen nachzuweisen gelingt, so dürften wir wohl auch bei verschiedenen organischen Geweben nicht die juxtaponirten Stoffe erkennen; das Vorwalten des einen oder des andern dieser unerkennbaren Theile bedingt die unendliche Verschiedenheit, die wir an manchen Gewe-

ben in Rücksicht auf ihre physische und chemische Constitution wahrnehmen. Deshalb liegt die Erforschung der Gewebe wenigstens zur Zeit noch ausser dem Bereiche chemischer Analyse.

Es ist dem Thierkörper eigenthümlich, dass die in seinen Organen abgelagerten Substrate allmählig zu den Functionen der Organe untauglich werden, und durch neue taugliche Materie ersetzt werden müssen. Dieser je nach der Lebensthätigkeit eines Organs bald schneller bald langsamer erfolgende Stoffwechsel unterscheidet das Thierreich vom Pflanzenreiche ebenso sicher als die spontane Locomotion. Selbst in den Knochen, die fast nur durch ihre physischen Eigenschaften nützen und nur wenig Leben verrathen, ist dieses Ausscheiden des Untauglichgewordenen und die Reproduction des Verlorengegangenen nicht zu verkennen; sind auch die Versuche mit Färberröthe in dieser Hinsicht nicht streng beweisend, so sehen wir doch aus den Veränderungen, welche die Knochen in Krankheiten erleiden, dass auch in ihnen Resorption mit Reproduction verbunden ist. Characteristisch ist es für den thierischen Organismus, dass die in die Wirkungssphäre eines Organs hineingezogenen chemischen Massen nur einige Zeit dem Organe dienen können, und durch die Lebensbewegung des Organes selbst so in ihrer Zusammenfügung und Zusammensetzung erschüttert werden, dass sie, zum fernern Dienste untauglich, in die Flüssigkeiten des Thierkörpers zurückgeführt werden. Aber ebenso eigenthümlich und unterscheidend ist es für den Thierkörper, dass jene untauglich gewordenen Stoffe erst des Sauerstoffs bedürfen, um vollkommen zerlegt entweder unmittelbar an die Aussenwelt abgegeben zu werden oder noch besondern Zwecken dienen zu können. Durch die neueren Versuche von *Magnus* sind die Beobachtungen von *Hoffmann* und *Stevens* bestätigt worden; es ist jetzt mit Bestimmtheit erwiesen, dass das arterielle wie das venöse Blut Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff frei und aufgelöst enthalte; ja wir wissen, dass im arteriellen Blute nur verhältnissmässig mehr Sauerstoff als im venösen enthalten sei, dass aber auch in diesem die Menge der Kohlensäure die des Sauerstoffs übertreffe. Ohne hier auf den chemischen Process des Athmens, dem im zweiten Theile dieses Werks eine ausführlichere Betrachtung gewidmet wird, weiter einzugehen, glauben wir, noch durch eigne Versuche unterstützt, behaupten zu kön-

nen, dass der Sauerstoff dem Blute nur zugeführt werde, um in den nicht mehr brauchbaren Stoffen des Blutes eine Art von Verwesung einzuleiten, und durch diese jene Materien zur Ausscheidung durch die Excretionsorgane geeignet zu machen. Betrachten wir nämlich hier nur die Zusammensetzung der die Thiergewebe constituirenden, organischen Stoffe, so können wir zwischen diesen und den aus dem Pflanzenreiche zugeführten Stoffen keinen wesentlichen Unterschied wahrnehmen; wir finden in ihnen keinesweges mehr Sauerstoffäquivalente als in den Nahrungsmitteln; es ist daher nicht wohl anzunehmen, dass der Sauerstoff durch die Lungen dem Blute zugeführt werde, um dort die Stoffe zur Ernährung und Reproduction der Organe durch eine Oxydation geeignet zu machen.

Es ist durch *Joh. Müller* erwiesen, dass Chondrin in Colla bei der Verknöcherung verwandelt oder Colla anstatt Chondrin abgelagert wird; hier liesse sich eher eine Desoxydation als eine Oxydation nachweisen; denn nach *Mulder's* Analysen beider Stoffe kommen im Chondrin 2 Atome Sauerstoff auf 9 Atome der anderer Elemente, während in der Colla 2 Atome Sauerstoff auf 10 Atome Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff kommen.

Die Sauerstoffaufnahme kann daher nur eine Oxydation, eine wahrhafte Verwesung der untauglich gewordenen Materien bezwecken; die im Blute vorgehende Verwesung ist eine Umwandlung der untauglichen Stoffe in excrementitielle; es ist diess ein rein chemischer Process, der also, fern von der directen Einwirkung einer Lebenskraft, die Zersetzung jener Substanzen ganz nach den oben angeführten Gesetzen der Verwesung bedingen wird. Der in das Blut übergeführte Sauerstoff wird jenen untauglichen, bereits in Umwandlung begriffenen Substanzen ganz nach dem Gesetze der chemischen Verwandtschaft Wasserstoff entziehen und Wasser bilden; er ist aber nicht in solcher Menge im Blute enthalten, wie er wohl zu organischen, unmittelbar in der atmosphärischen Luft verwesenden Substanzen treten kann; die Zersetzung kann also nicht ganz in der Weise wie bei freiem Zutritt von atmosphärischer Luft erfolgen. Es wird Wasser gebildet, und deshalb wird mehr Flüssigkeit durch die Excretionsorgane ausgeschieden, als aufgenommen worden ist; die Kohlensäure kann wegen der geringen, dem Blute zugeführten Sauer-

stoffmenge ihren Sauerstoff nicht aus dem freien Sauerstoff des Blutes erhalten haben; sondern gerade wie bei der Verwesung (z. B. der Holzfaser) vereinigt sich ein Theil Kohlenstoff mit einem Theile Sauerstoff der organischen Substanz zu Kohlensäure, Gerade hierdurch wird es uns klar, warum die exhalirte Kohlensäure nicht in bestimmter Proportion zu dem inhalirten Sauerstoff gefunden worden ist, ja warum Kohlensäure auch dann exhalirt wird, wenn nach Entleerung der Lungen von Luft das Athmen in einer sauerstofffreien Luft gestattet wurde; im Blute selbst war ja im letztern Falle noch freier Sauerstoff vorhanden, durch den zunächst Wasser gebildet, und mittelbar Kohlensäure aus den Elementen der zersetzten organischen Substanz gebildet wurde. Endlich geht auch gerade aus dieser Erklärungsweise hervor, warum trotz der Oxydation sich unter den excernirten Stoffen sehr sauerstoffarme, wie die der Galle befinden; denn wie bei der Verwesung des Holzes muss hier von der organischen Substanz nach Verlust von Wasserstoff und Kohlensäure eine kohlenstoffreiche Materie zurückbleiben. Da die Quantität des im Blute mit circulirenden Sauerstoffs nur gering ist, so geht die Verwesung nicht so weit, um freien Stickstoff entweichen zu lassen; der Stickstoff bleibt daher immer mit Wasserstoff und mit den andern Elementen verbunden, entweicht aber nicht durch die Lungen; es ist nur der freie durch die Lungen aufgenommene Stickstoff, welcher bei der Exspiration wieder exhalirt wird, ganz wie es nach den Gesetzen der Gasabsorption erforderlich ist. Die Verwandlung der untauglichen Materien des Bluts in excrementitielle Stoffe stimmt hiernach so vollkommen mit den bei der Verwesung nahmhaft gemachten Erscheinungen überein, dass wir nicht umhin können, dem durch die Respiration der Thiere aufgenommenen Sauerstoff eine rein chemische Action zuzuschreiben, eine chemische Action, durch welche Rückbildung der organischen Materie bezweckt wird.

Dass durch einen solchen Rückbildungsprocess und namentlich durch eine partielle Oxydation organischer Substanzen der Harnstoff sich als rein chemisches Product zeigt, ist bekannt. Unter günstigen Bedingungen kann dieser Stoff sich vielleicht aus den meisten stickstoffhaltigen Körpern erzeugen; wir sehen diess zum Theil aus dem häufigen Erscheinen von Harnstoff bei der Zersetzung der Harnsäure durch Oxydationsmittel; die Oxydationsproducte liefern nach *Liebig's* und *Wöhler's* trefflichen Untersuchungen selbst wieder Harnstoff, ohne

dass er in denselben als präformirt angesehen werden könnte; andererseits ist diess auch wohl daraus ersichtlich, dass, nach dem Genusse gewisser stickstoffreicher Substanzen, wie ich z. B. auch beim Asparagin fand, der Gehalt der festen Bestandtheile des Harns an Harnstoff bestimmt vermehrt wird. — Auch zeugen *Wöhler's* Versuche recht klar die Oxydationskraft des Blutes; citronensaure, äpfelsaure Alkalien fand *Wöhler* als kohlensaure Salze im Harn wieder, Schwefelkalium als schwefelsaures Kali u. s. w.

Sollte Jemand fragen, wo dieser Verwesungsprocess vorzüglich statt finde, so können wir nur die Capillargefässe als den Ort bezeichnen, wo er seinen Anfang nimmt; dort werden dem Blute unstreitig anstatt der neuabgelagerten Stoffe die verbrauchten Stoffe zugeführt; dort verschwindet eine grosse Menge Sauerstoff; nach der Bildung von Wasser wird alsbald Kohlensäure frei, welche dem Blute die dunkelrothe Farbe ertheilt; der Sauerstoff fährt aber wahrscheinlich auch noch beim Uebergange aus den Capillargefäsen in die Venen fort, auf die untauglichen Bestandtheile des Blutes einzuwirken, und muss noch in den grössern Venen die mit der Lymphe aufgenommenen Zersetzungsstoffe in Verwesung versetzen; in den Lungen geht nun ein grosser Theil, aber nicht alle Kohlensäure fort, wie *Magnus'* Versuche dargethan haben, und nach den Absorptionsgesetzen vorauszusehen war, während Sauerstoff aufgenommen und dadurch zunächst das dunkelrothe Blut wieder hellroth wird.

Gewiss ist man schon begierig gewesen, die Namen jener untauglich gewordenen Stoffe zu erfahren, deren hier so häufig Erwähnung gethan worden; diese Stoffe sind keine andern als die von den Chemikern sogenannten Extractivstoffe. Wollen wir nämlich jene untauglich gewordenen, von den Geweben getrennten Stoffe kennen lernen, so würden wir sie zweifelsohne hauptsächlich in den Saugadern zu suchen haben, die doch nach der allgemeinen Annahme der Physiologen einen grossen Theil aller untauglich gewordenen Materien resorbiren und dem venösen Blute zuführen, während dem Capillarsystem so wie den Venen selbst ein Aufsaugungsvermögen nicht abgesprochen werden kann. Vergleichen wir nun die Zusammensetzung der Lymphe mit der des Blutwassers, so finden wir in 100 Theilen des festen Rückstands der Lymphe weit mehr Extractivstoffe als im Serum des venösen Blutes; vergleichen wir ferner den Gehalt des venösen Bluts an

Extractivstoffen mit dem des arteriellen, so ergiebt sich wieder, dass das venöse Blut, das doch der Ansicht des Physiologen zufolge besonders reich an solchen untauglichen Stoffen sein muss, wiederum mehr Extractivstoffe enthält, als das arteriöse.

Aus *Marchand's* und *Colberg's* Untersuchung der Lymphe ergiebt sich, dass in dem festen Rückstande derselben allein auf mehr als 10 % sogenanntes Osmazom enthalten sind; während nach *Lecanu's* Versuchen auf 100 Th. festen Rückstandes des Serums von venösem Blut nur wenig über 4 Theile Extractivstoffe (Osmazom und Speichelstoff) kommen. Zu gleichem Zwecke untersuchte ich arterielles und venöses Blut von Kaninchen und einem Hunde; im festen Rückstande des arteriellen Blutes vom Kaninchen fand ich in drei Fällen 2,389, 2,857 und 3,088 % Extractivstoffe; im venösen Blute dagegen 2,982, 3,416 und 3,599 %; im festen Rückstande arteriellen Hundebluts 4,675 und in dem des venösen 6,112 % Extractivstoffe. Während dieses Werk bereits unter der Presse ist, kommen mir *Fr. Simon's* Blutanalysen zu Gesicht, aus denen sich ebenfalls ersehen lässt, dass die Menge der Extractivstoffe im venösen Blut absolut und relativ grösser ist, als im arteriellen.

Wenn wir gerade unter den Extractivstoffen die untauglich gewordenen Bestandtheile der Gewebe zu suchen haben, so wird es uns leicht erklärlich, warum es bisher noch nicht geglückt ist, den chemischen Werth dieser Stoffe genau zu bestimmen. Die Extractivstoffe müssen nämlich dieser Ansicht zufolge in Zersetzung begriffene oder äusserst wandelbare Stoffe sein, welche der Chemiker chemisch zu untersuchen sich ebenso vergeblich bemüht, als wenn er die chemische Natur der Hefe eruiren will. Die Stoffe verändern sich unter unsern Händen; wir vermögen sie nicht so zu fixiren wie die Stoffe, aus denen sie entstanden, oder wie die Producte ihrer Verwesung; beim Abdampfen an der Luft müssen sie sich anders zersetzen als bei der gleichmässigen Temperatur des Blutes und der geringen Menge des im Blute befindlichen freien Sauerstoffs; daher auch die grosse Menge solcher Stoffe, welche *Berzelius* aus der Fleischflüssigkeit auszuscheiden vermocht hat.

Vielleicht brachte *Schwann*, als er Eiweiss in einer künstlichen Verdauungsflüssigkeit sich in „Speichelstoff und Osmazom" verwandeln sah, eine der Verwesung im Blute analoge Zersetzung eiweissartiger Materie hervor.

Wir kommen zu dem letzten Stadium des Stoffwechsels im thierischen Organismus, zu der Ausscheidung der völlig untauglich gewordenen Materie durch die Excretionsorgane. Ist der eben auseinandergesetzte Vorgang der Verwesung im Blute richtig, so wird dadurch gewissermassen schon die Frage entschieden, ob in

den Drüsen die Ausscheidungsstoffe erst gebildet oder durch dieselben nur hindurchfiltrirt werden. Die meisten Physiologen sind zu der entgegengesetzten Ansicht gekommen, wornach den Excretionsorganen wenigstens ein sehr grosser Antheil an der Bildung der Ausscheidungsstoffe zugeschrieben wird. In dem Folgenden, wo wir die Entstehung und Bildung jedes thierischen Stoffs speciell beleuchtet haben, ist von jedem excernirten Stoffe meist durch directe Versuche dargethan worden, dass derselbe bereits im Blute gebildet vorkomme. Wir übergehen daher hier die ausführliche Auseinandersetzung der übrigen Gründe, die uns zu der Annahme bestimmt haben, dass die eigentlichen Excretionsorgane nur Filtrirapparate für besondere Stoffe seien. Uebrigens dünkt uns von allen den übrigens meist metaphysischen Gründen, welche man für die specifische Thätigkeit der Absonderungsorgane im Allgemeinen angeführt hat, für den ersten Blick keiner schlagender als der, dass ja einige solcher Organe z. B. die Hoden und die weiblichen Brüste ohne Nachtheil für den Gesammtorganismus exstirpirt werden können; allein bei genauerer Betrachtung der Sache finden wir, dass die Organe, welche nicht ohne baldigen, grossen Nachtheil in ihrer Function gestört oder völlig vernichtet werden können, erwiesener Massen sämmtlich nur untauglich gewordene Stoffe wieder an die Aussenwelt abgeben, während die Organe, welche ohne grossen Nachtheil für das Leben des Organismus zerstört und aus dem Organismus selbst entfernt werden können, immer nur solche Stoffe absondern, die einzelnen Bestandtheilen des Blutes d. h. den höheren Thierstoffen höchst ähnlich sind, und sich zu diesen nicht anders, als die in den Geweben abgelagerten Stoffe zu denen des Blutes verhalten. Hiernach ist unsre Meinung rücksichtlich der Thätigkeit solcher Secretionsorgane, wie des Speichels, des Pancreas u. s. w. die, dass diesen, ganz wie andern wesentlichen Theilen des thierischen Organismus, die Kraft inwohne, die Bestandtheile des Blutes zu modificiren, ihren chemischen Atomen eine gewisse Bewegung zu ertheilen, aber nicht die Fähigkeit, dieselben zu zersetzen; denn warum sollte jenes Vermögen blos den festen Theilen eigen sein, die Bestandtheile des Blutes nach der oben angegebenen Weise in die Bewegungssphäre hineinzuziehen und zu assimiliren? sollten denn nicht auch gewisse Theile des Organismus mit ihrer Grund-

legung im Keime die Fähigkeit erhalten haben, gewisse Stoffe aus dem Blute anzuziehen, und sie in einen Stoff umzuwandeln, der in einer Flüssigkeit aufgelöst bliebe und sich nicht consolidirte? Wir nehmen hierbei Bezug auf das, was wir oben über die eigenthümliche proteinartige Materie des Speichels, über das Pepsin, über die eiweissartige Substanz der pancreatischen Flüssigkeit bemerkt haben; in diesen Secretionen so wie in der Milch und dem Saamen waltet eine Proteinverbindung vor, als ein Stoff, der schon als solcher im Blute enthalten ist, aber, ohne chemisch zersetzt zu werden, nur von jedem Organe eigenthümlich modificirt wird. Diese Absonderungsorgane unterscheiden sich also rücksichtlich ihrer chemischen Thätigkeit in keiner Weise von den andern Organen, die sich oder bestimmte Theile aus dem Blute reproduciren. Darum können auch thierische Häute Stärkmehl, Zucker u. s. w. wohl metamorphosiren, aber nicht wahrhaft zersetzen; jede Absonderungsdrüse modificirt auf ihrer grossen Secretionsfläche das Protein auf die ihm vom Ursprung an eigenthümliche Weise, nach keinem andern Gesetze, als nach dem, vermöge dessen thierische Häute im Allgemeinen Stärkmehl in Milchsäure umwandeln. Die wahren Excretionsorgane modificiren aber ebensowenig die ihnen von dem Blute zugeführten Stoffe, als sie dieselben zersetzen. Die Secretionen sind hiernach streng von den Excretionen unterschieden, ohne dass wir ganz der alten Begrenzung dieser Begriffe folgen; denn es kann und soll durchaus nicht geläugnet werden, dass z. B. das Ausscheidungsproduct der Leber der thierischen Oekonomie noch einen grossen Nutzen bringe, wie unter *Bilin* und *Gallenfarbstoff* ausführlich gezeigt ist.

Wir können nun, vorzüglich nach den weiter unten speciell angeführten Thatsachen, nicht umhin, anzunehmen, dass die Excretionsorgane die in Verwesung übergegangenen, zur Ernährung untauglichen Stoffe auf eine höchst mechanische Weise aus dem Blute ausscheiden. Wir glauben nämlich für jetzt im Allgemeinen behaupten zu können, dass die Excretionsorgane z. B. die Leber die fettigen und harzigen Stoffe aus dem Blute (in ähnlicher Weise, wie ein mit Oel getränktes Filter nur die öligen Theile durchsickern lässt) durch sich hindurchtreten lassen, dass aber in diesen Organen noch eine viel complicirtere mechanische

Action statt habe, als bei den mannigfachen Erscheinungen von Endosmose und Exosmose; im zweiten Theile werden wir mehrerer Versuche Erwähnung thun, welche deutlich zeugen, dass wir bei der Ausscheidung der Excretionsstoffe es fast nur mit etwas complicirtern Adhäsionserscheinungen zu thun haben. Wir werden daher dort im Zusammenhange die Versuche und daraus gezogenen Resultate unter dem Artikel: *Adhäsionserscheinungen* ausführlich mittheilen, verwahren uns aber an diesem Orte ausdrücklich gegen den Verdacht, als ob wir das Dynamische bei der Absonderung ganz übersehen wollten. Es ist und darf hier nur von den Anziehungen in der genauesten Berührung organischer Materie die Rede sein; wir sprechen nur vom Chemismus im Thierkörper und fragen nur, welche Erscheinungen im thierischen Organismus sich auf Affinitäts- oder Adhäsionsgesetze zurückführen lassen. Wie der Histolog ohne Rücksicht auf vorgefasste Meinungen und dynamische Actionen die Structur der festen Theile zu erforschen strebt, so sucht der Chemiker alle Veränderungen, die er an der Materie als solcher wahrnimmt, in ihrer nächsten Ursache aus chemischen und physischen Principien herzuleiten.

Mineralsubstanzen des thierischen Körpers.

Obgleich bei frühern Untersuchungen einzelner Theile und Producte der thierischen Organismen die darin vorkommenden anorganischen Stoffe im Verhältniss zu den organischen vielleicht zu sehr berücksichtigt wurden, sah man dabei aber doch weniger auf den Ursprung dieser Stoffe, auf ihre Wichtigkeit für die thierische Oekonomie im Allgemeinen und auf den Einfluss, den sie auf die besondern Theile, in denen sie gefunden werden, offenbar ausüben. So war man z. B. rücksichtlich ihres Ursprunges in solcher Unklarheit, dass viele sonst ausgezeichnete Gelehrte, da sie keine andre Erklärungsweise der Entstehung jener Körper im thierischen Organismus finden konnten, sich berechtigt glaubten, anzunehmen, dass jene Mineralsubstanzen durch vitale Kräfte im Organismus selbst erst erzeugt würden; ja sie schlossen hieraus fälschlich weiter, dass eben jene Substanzen deshalb nicht chemische Elemente sein könnten. Das Trügliche dieser Folgerungen dürfte wohl keinem der neuern Naturforscher entgangen sein, wiewohl selbst mehrere der neusten Naturphilosophen noch der festen Ueberzeugung leben, dass durch vitale Kräfte nicht nur die Grundlagen der organischen Materie, sondern selbst einige anorganische Elemente wie Eisen, Phosphor u. s. w. erzeugt werden könnten.

Fern von jeder derartigen, übereilten Schlussfolgerung, wollen wir in dem Folgenden, gemäss unsrer Behandlungsweise der physiologischen Chemie, damit beginnen, den Ursprung dieser Substanzen in der ausserthierischen Welt d. h. in den Nahrungsmitteln flüssigen sowohl als festen, auf directe Versuche gestützt,

nachzuweisen, um dann die Bestimmung und den Nutzen dieser Stoffe im thierischen Körper genauer zu verfolgen.

Diese anorganischen Substanzen werden wir nun, da sie eben nur hier in physiologischer Hinsicht ein Interesse haben, weniger nach ihren chemischen Eigenschaften und ihrer Zusammensetzung betrachten und eintheilen, als nach den Zwecken, zu denen sie im thierischen Körper bestimmt sind, und den Verhältnissen, unter welchen sie in demselben vorkommen. Wir theilen sie demnach ein:

1) in solche, die nur durch ihre physischen Eigenschaften dem thierischen Körper von Vortheil sind,

2) in solche, deren chemische Eigenschaften ihre Wirksamkeit bedingen, und sie befähigen, bestimmten Zwecken der thierischen Oekonomie zu dienen,

3) in solche, die nur zufällig dem Organismus zugeführt worden sind, auf denselben keinen erheblichen Einfluss äussern, und demnach bald als fremdartig wieder aus dem Körper durch die Excretionsorgane entfernt werden.

Erste Classe der Mineralkörper des thierischen Organismus.

Wasser.

Dieser so allgemein verbreitete Körper der Erdoberfläche, dessen Bedürfniss für alle belebte Wesen jedermann hinlänglich bekannt ist, nützt dem thierischen Körper hauptsächlich durch seine physischen Eigenschaften. Um diess zu beweisen, bedarf es nach dem, was schon oben S. 84 hierüber gesagt worden ist, kaum noch einiger Andeutungen. Das Wasser, als indifferenter, tropfbarflüssiger Körper, dient zunächst den organischen, der Metamorphose unterworfenen Stoffen als Lösungsmittel; wir haben oben ausführlich gezeigt, dass der Lebensprocess gerade in dieser niedern Sphäre nichts weiter, als ein immerwährender Umwandlungsprocess ist, bei dem gerade das Wasser die wichtigste Rolle spielt, insofern es erst den chemischen und mechanischen

Molecülen möglich macht, der allgemeinen Lebensbewegung zu folgen. Durch vollkommene Entziehung des Wassers wird das Leben ebenso gut und schnell aufgehoben, wie Fäulniss und Verwesung und viele andere chemische Processe. Eine andere physische Eigenschaft des Wassers ist die Fähigkeit desselben, den meisten thierischen Geweben Weichheit und Elasticität zu ertheilen; wir erinnern nur an die Sehnen, welche ihre Spannkraft verlieren, wenn sie ausgetrocknet werden, dieselbe aber wieder erlangen, sobald sie einigermassen wieder mit Wasser getränkt werden. Die Weichheit und Elasticität, welche die Theile der Organismen dem nicht zusammendrückbaren Wasser verdanken, schützt dieselben sehr häufig gegen die nachtheilige Einwirkung mechanischer Kräfte; für jeden, der mit den Anfangsgründen der Physik vertraut ist, würde es überflüssig sein, mehr Worte über den Nutzen des Wassers im Thierkörper zu verlieren.

Phosphorsaurer Kalk.

Unter allen Mineralkörpern, die dem thierischen Organismus vermöge ihrer physischen Eigenschaften nützen, steht nächst dem Wasser der phosphorsaure Kalk oder die sogenannte Knochenerde obenan.

Die Knochenerde besteht immer aus 8 Aequiv. Kalk und 3 Aequiv. Phosphorsäure $= \dot{C}a^8 \, \dddot{\overline{P}}^3$, obgleich sich der Kalk in mehrern andern Verhältnissen mit Phosphorsäure verbinden lässt. Dieselbe Verbindung kommt seltner im Mineralreiche unter dem Namen *Phosphorit* vor, wird aber künstlich stets erzeugt, wenn zu einer Flüssigkeit, in der sich neben Kalk Phosphorsäure befindet, Aetzammoniak gesetzt wird. Dieser Körper bildet eine weisse, meist klumpige, leicht pulverisirbare Masse, in der selbst mittelst des Mikroskops keine krystallinische Structur wahrgenommen werden kann; er ist übrigens sehr schwer schmelzbar und feuerbeständig, löst sich in Salpetersäure, Salzsäure und Milchsäure ziemlich leicht auf.

Schon aus dem häufigen Vorkommen des phosphorsauren Kalks in allen Theilen des thierischen Organismus lässt sich schliessen, dass derselbe eine sehr wichtige Rolle in der thierischen Oekonomie spielen muss; vor allem springt jedoch sein Vorkommen in den Knochen und seine Bestimmung zur Befestigung des Körpergerüstes in die Augen. Denn der phosphorsaure Kalk ist

es, der mit etwas kohlensaurem Kalk, Spuren von Fluorcalcium und kohlensaurer Talkerde den Knochen der Wirbelthiere die Festigkeit ertheilt. Es ist bekannt, dass die Knochen, je weniger sie von jenem Erdsalze enthalten, um so mehr an ihrer Festigkeit verlieren, und demnach den an sie sich anheftenden Muskeln um so schwächere, nachgiebigere Stützpunkte darbieten. Deshalb entstehen in der Rhachitis und Osteomalacie, wo wir die Knochen so arm an phosphorsauren Kalk finden, so häufig Verkrümmungen in allen Theilen des Knochengerüstes. In den Knochen älterer Personen finden wir dagegen wieder reichliche Ablagerung von Knochenerde, so dass die Knochen leicht brüchig und spröd werden, wie den Aerzten aus täglicher Erfahrung bekannt ist. Die permanenten Knorpel, welche an sich schon nicht eben geringe Menge phosphorsauren Kalks enthalten, verknöchern im Alter nur, indem mehr Knochenerde in denselben allmählig abgelagert wird; diese Knorpel verlieren dadurch bekanntlich viel von ihrer Elasticität und Zähigkeit. In der dichten Rinde der Knochen findet sich mehr phosphorsaurer Kalk als in dem schwammigen Theile derselben. Die Zähne, welche nur durch ihre physischen Eigenschaften nützen, sind unter allen thierischen Theilen am reichsten an erdigen Bestandtheilen und insbesondre an phosphorsauren Kalk; letztrer findet sich im Schmelze der Zähne in noch grössrer Menge als in den knochigen Theilen derselben.

In Menschenknochen fand *Berzelius* 53 $\frac{0}{0}$ phosphorsauren Kalk[1]). Bei der Untersuchung der Knochen eines ausgewachsenen (ungefähr 40 Jahr alten) Menschen fand ich im humerus 58,6 $\frac{0}{0}$ im femur 56,9; in der ulna 53,8 dem Radius 53,2 in der tibia 52,9 und in der fibula 53,1 $\frac{0}{0}$ phosphorsauren Kalk[2]). *Valentin*[3]) fand in der Rinde der tibia 53 $\frac{0}{0}$, im Marke derselben 49 $\frac{0}{0}$, im Kopfe der tibia nur 42 $\frac{0}{0}$ des genannten Erdsalzes. Im Humerus eines Neugebornen fand ich 49,2, im femur ebendesselben 50,0, in der tibia eines an Marasmus senilis verstorbenen Greises 60,3, in dem femur 60,9 $\frac{0}{0}$ phosphorsauren Kalk. Ein krankhaft erweichter menschlicher Rückenwirbel enthielt nach *Bostock's* Untersuchung nur 13,6 $\frac{0}{0}$ jenes Salzes, nach *Prösch* 13,25 $\frac{0}{0}$, nach einer Untersuchung von mir die tibia eines der

1) *Berzelius,* Lehrbuch der Chemie, 4. Aufl. Bd. 9. S. 545.

2) Das Genauere dieser Untersuchung ist im zweiten Theile dieses Werks mitgetheilt.

3) *Valentin,* Repertor. f. Anat. u. Phys. 1838. S. 294—307.

Rhachitis unterlegenen Kindes 33,9 $\frac{0}{0}$. In osteomalacischen Knochen, die, von der reichlichen in ihnen abgelagerten Menge Fetts befreit, ihren physischen Eigenschaften, namentlich ihrer Zerbrechlichkeit nach, wenig Knochenerde zu enthalten scheinen, fand ich doch sehr viel organische Materie neben wenig Mineralkörpern; an phosphorsauren Kalk fand ich in 3 Analysen solcher Knochen 36,863, 31,718 und 35,871 $\frac{0}{0}$. Nach einer Untersuchung von *Fromherz* und *Gugert* sind in 100 Theilen der von den wahren Knorpeln durch Verbrennung enthaltenen Asche 4,056 Theile phosphorsaurer Kalk enthalten. In einem verknöcherten Knorpel der falschen Rippen eines Greises fand ich 16 $\frac{0}{0}$ fraglichen Salzes. In der Knochensubstanz der Zähne fand *Berzelius* [1]) 64,3, im Schmelze 88,5; *Lassaigne* [2]) in letzterem 72 $\frac{0}{0}$ dieses Kalksalzes.

In allen thierischen Flüssigkeiten findet sich phosphorsaurer Kalk aufgelöst; man hat ihn schon längst im Harn so gut wie in dem Blute, in den Flüssigkeiten seröser Häute ebensowohl wie in der Milch aufgefunden, war aber längere Zeit darüber in Zweifel, wodurch eigentlich dieser so schwer lösliche Körper in Auflösung erhalten würde. *Berzelius* machte wahrscheinlich, dass die geringen Mengen freier Milchsäure, die sich fast in allen jenen Flüssigkeiten finden, hiervon die Ursache sei; *Gay Lussac* und *Pelouze*, *Mitscherlich*, *Cap* und *Henry* bestätigten diese Meinung später durch directe Versuche. Einigen Stoffen folgt der phosphorsaure Kalk fast in allen ihren Verbindungen, z. B. dem Albumin, Fibrin, Casein, so dass er damit chemisch verbunden zu sein scheint, so wie er sich mit den Krappfarbstoffen vereinigen lässt. Wegen dieser allgemeinen Verbreitung des phosphorsauren Kalks finden wir ihn auch in den meisten krankhaften Concrementen in grösserer oder geringerer Menge abgelagert.

Im Blute des Menschen sind von *Lecanu* ungefähr 0,17 $\frac{0}{0}$, in einer serösen Flüssigkeit 0,009 $\frac{0}{0}$ von *Mulder*, in der Frauenmilch 0,25 $\frac{0}{0}$ von *Pfaff* und *Schwartz* [3]), von *Simon* eine noch weit grössere Menge, im Harn von mir 1,123 bis 0,345 $\frac{0}{0}$ phosphorsauren Kalks gefunden worden. Nach einer in *Carus'* Physiologie befindlichen Stelle soll sich im Harne Schwangerer kein phosphorsaurer Kalk finden, was aber nach meinen Untersuchungen des Harns von 4 Frauen, die in verschiedenen Perioden der Schwangerschaft waren, keineswegs der

1) *Berzelius*, a. a. O.

2) *Lassaigne*, Schweig. Journ. Bd. 52. S. 141.

3) *Schwartz*, Schweig. Journ. Bd. 8. S. 270.

Fall ist. Im sauren Harn der fleischfressenden Thiere finden sich stets erhebliche Mengen phosphorsauren Kalks, wogegen derselbe, wie *Chevreul's* [1]) Untersuchungen beweisen, in dem meist alkalisch reagirenden Harn der pflanzenfressenden Thiere niemals vorkommt. Die festen Excremente der Thiere enthalten stets phosphorsauren Kalk, in grosser Menge namentlich die der pflanzenfressenden. *Vauquelin* fand selbst in der Saamenflüssigkeit 3 $\frac{0}{0}$ jenes Salzes.

Fr. Simon hat im Käsestoff der Kuhmilch 7 $\frac{0}{0}$ weisser Asche gefunden, die gröstentheils aus phosphorsauren Kalk bestand; im Eiweiss und Faserstoff, sowie im Globulin ist der Gehalt an jenem Kalksalze von vielen andern, und namentlich von *Mulder* nachgewiesen worden. — Nur folgende Beispiele mögen hier hinreichen: *Römer* fand in einem Nasenconcremente 90 $\frac{0}{0}$, *Berzelius* in einem Stück Zahnweinstein 79 $\frac{0}{0}$, ich selbst in einem Venensteine 87 $\frac{0}{0}$ phosphorsauren Kalk. Der Sand der Zirbeldrüse enthielt nach *John* 75 $\frac{0}{0}$ desselben Kalksalzes.

Es fragt sich nun, wie gelangen solche Massen phosphorsauren Kalks in den thierischen Körper, oder wie entstehen sie in demselben, und lagern sich besonders in den festern Theilen ab? Es dürfte nach den neuern, genauern Untersuchungen namentlich der Aschenbestandtheile der Pflanzen nicht schwer sein, zu beweisen, dass dieses Kalksalz von aussen durch die Nahrungsmittel dem Organismus zugeführt wird; denn es kommt in der That weit mehr phosphorsaurer Kalk in den Körper, als derselbe zu seiner Ernährung und Erhaltung bedarf, so dass bei weitem die grösste Menge des zugeführten Salzes von den Excretionsorganen wieder ausgeschieden wird.

Stellen wir beispielsweise folgende Betrachtung an: ein ausgewachsener Mann wird ohne andere Kost in einem Tage ungefähr 1200 Gr. frisches Schwarzbrot verzehren und 1400 Gr. Harn ausleeren; das hiesige Schwarzbrot enthält, wie ich mich durch eine Analyse versicherte, 0,31 $\frac{0}{0}$ phosphorsauren Kalk, der binnen 24 Stunden gelassene Harn ungefähr 0,08 $\frac{0}{0}$ desselben Salzes; nach einer von mir gemeinschaftlich mit *Prof. Ed. Weber* angestellten Beobachtung enthält der menschliche Körper über 12 Pfd. = 6 Kilogramme Blut, welches ungefähr 0,078 $\frac{0}{0}$ phosphorsauren Kalk enthält. Hieraus würde folgen, dass bei dem Genusse von Brot, welches bekanntlich viel ärmer an phosphorsauren Kalk ist, als Fleischspeisen, immer noch dem Organismus täglich 3,72 Gr. jenes Salzes zugeführt würden; die Nahrung von 2 Tagen würde demnach mehr als hinreichend sein,

1) *Chevreul*, Ann. de Chim. T. 67. p. 294.

um dem Blute des Menschen, welches nach obigen Thatsachen im Ganzen 4,68 Gr. jenes Kalksalzes enthält, die nothwendige Menge phosphorsauren Kalks zuzuführen. Diese Quantität scheint aber keineswegs nöthig zu sein; denn abgesehn von dem durch die festen Excremente entfernten phosphorsauren Kalk, giebt der menschliche Organismus mit dem Urine täglich im Durchschnitt noch 1,12 Gr. davon ab. Nehmen wir den ganzen Gehalt des ausgewachsenen menschlichen Körpers an phosphorsauren Kalk zu 2500 Gr. an, so würde in 672 Tagen dem Körper bei blossem Brotgenusse so viel von jenem Salze zugeführt werden, dass die festen wie die flüssigen Theile desselben hinlänglich mit phosphorsaurem Kalk versorgt wären.

Solche und ähnliche Betrachtungen setzen es nun wohl ausser allen Zweifel, dass die grossen Mengen im thierischen Körper gefundenen und von den Excretionsorganen ausgeschiedenen phosphorsauren Kalks dem Organismus von der Aussenwelt zugeführt werden, und dass die Lebenskraft wenigstens nicht erst nöthig hat, sich phosphorsauren Kalk oder die Elemente desselben zu erzeugen. Nur knüpft sich hieran noch die Frage, wodurch jenes sonst so unlösliche Salz aus den Nahrungsmitteln im Darmkanal aufgesogen und von dort weiter im ganzen Organismus verbreitet werde? Nach dem, was schon oben rücksichtlich der Lösungskraft der Milchsäure angedeutet worden ist, dürfte mit Recht anzunehmen sein, dass der phosphorsaure Kalk der Nahrungsmittel zunächst durch die in den Verdauungssäften enthaltene Milchsäure in Lösung versetzt und zum Uebergange in die Säftemasse fähig gemacht werde. Wir finden aber trotzdem noch phosphorsauren Kalk in den festen Excrementen; es ist diess vielleicht der Theil, welcher von der geringen Menge im Darmkanal enthaltener freier Säure nicht in Lösung versetzt werden konnte. Milchsäure und phosphorsaurer Kalk sind im thierischen Organismus immerwährende Begleiter; dieselben stehen daher gewiss auch in einer bestimmten Relation zu einander. Ist es erlaubt, in thierischen Körpern rein chemische Processe anzunehmen, so könnte man wohl glauben, dass an den Orten, wo die freie Milchsäure eine Sättigung oder Umwandlung erleidet, die Ablagerung von phosphorsauren Kalk wegen mangelnden Lösungsmittels geschehe. Einigermassen sprechen hierfür einige krankhafte, an den Knochen wahrgenommene Erscheinungen. Wie wir oben gezeigt haben, sind die Knochen in der Rhachitis bei weitem ärmer an

Kalksalzen, als in gesundem Zustande; es ist bekannt, dass diese Krankheit bei stark ausgesprochener scrophulöser Anlage eintritt; in der Scrophulosis ist ferner der kindliche Organismus fast immer sehr reich an freier Säure, die sich nicht blos in dem Magen- und Darmsafte, sondern auch in verschiedenen krankhaften Absonderungen zeigt. Der Schluss hieraus ergiebt sich von selbst; die grosse Menge freier Säure wird im scrophulösen Organismus nicht genug getilgt, um eine Abscheidung des Kalksalzes möglich zu machen; dazu kommt, dass der hie und da abgelagerte Kalk eher noch durch jene Säure wieder aufgelöst und fortgeführt wird. Das Umgekehrte beobachten wir nach dem Obigen im Greisenalter; in diesem Alter gehen bekanntlich alle Secretionen zurück; es wird im Organismus nur wenig freie Säure erzeugt, und diese leicht gesättigt, so dass das wenige aufgelöste Kalkphosphat sehr bald unlöslich gemacht, und nicht blos in den Knochen, sondern auch in den Knorpeln und andern Theilen abgeschieden wird.

Hiermit soll indessen keineswegs behauptet werden, dass nur die Milchsäure allein jenem Kalksalze als Transportmittel dienen könne: im Gegentheil ist es nicht unwahrscheinlich, dass der meiste phosphorsaure Kalk den einzelnen Organen gerade durch das Blut auf andre Weise zugeführt werde; erinnern wir uns nur, dass der phosphorsaure Kalk sehr geneigt ist, sich mit organischen Körpern zu verbinden, dass derselbe Eiweiss, Faserstoff und Käsestoff stets begleitet; das Eiweiss der Eier so wie das des Blutes enthält dazu noch alkalisch reagirende Natronverbindungen; die Löslichkeit des Kalksalzes ist also hier durch etwas andres als eine freie Säure bedingt. Demnach scheint jenes Kalksalz mehr noch durch jene Proteinverbindungen in die Säftemasse übergeführt zu werden, als durch die freie Milchsäure; diese Meinung wird besonders dadurch noch unterstützt, dass schon in den Pflanzen das Eiweiss immer von phosphorsauren Kalk begleitet vorkommt. Hieraus lässt sich die Ablagerung des phosphorsauren Kalks im thierischen Körper um so leichter erklären, als gerade jene eiweissartigen Körper höchst complexe Atome sind und wohl zu den wandelbarsten Stoffen der Thierchemie gezählt werden müssen. Schon geringe chemische Kräfte werden hinreichen, das Eiweiss zu modificiren und die Ausscheidung des phosphorsauren Kalks zu bewerkstelligen.

Berzelius[1]) fand im coagulirten Eiweiss von Ochsenblut 1,8 $\frac{0}{0}$ Kalkphosphat, *Mulder* im Eiweiss aus Eiern 2,03 in dem Eiweiss von roher Seide 11 $\frac{0}{0}$; das Eiweiss kann nach *Berzelius*[2]) sogar mit dem phosphorsauren Kalk eine unlösliche Verbindung eingehen, welche ungefähr nur $\frac{1}{3}$ ihres Gewichts Eiweiss enthält. Im Blutfaserstoff findet sich nach *Berzelius*' Versuchen 0,66 $\frac{0}{0}$, noch denen von *Mulder* 0,77 $\frac{0}{0}$, nach einem Versuche von mir sogar 0,82 $\frac{0}{0}$ Asche, welche grösstentheils aus phosphorsaurem Kalk nur mit Spuren von phosphorsaurer Bittererde besteht. Der Käsestoff enthält nach *Mulder*[3]) 6 $\frac{0}{0}$ phosphorsauren Kalk, welcher beim Gerinnen des Käsestoffs durch Lab zugleich mit demselben niederfällt, trotzdem dass sich eine hinlängliche Menge freier Säure in der Flüssigkeit befindet. Im Käsestoff findet sich dazu noch, wie *Mulder* ebenfalls gezeigt hat, freie Schwefelsäure, die das Kalkphosphat, wenn es nicht chemisch gebunden wäre, unbedingt in den Auflösungen zersetzen müsste. *Einhof*[4]) fand im Eiweiss des Mehls von Hordeum vulgare stets phosphorsauren Kalk; ohne Zweifel ist auch das Eiweiss anderer Vegetabilien von diesem Salze begleitet.

In den Knochen findet sich der phosphorsaure Kalk höchst wahrscheinlich zum Theil chemisch gebunden; wenigstens ist nach *Vauquelin*[5]) der Leim im Stande, eine gewisse Menge frischgefällten phosphorsauren Kalks aufzulösen; ja in alkalisch reagirender Leimlösung fand ich noch phosphorsauren Kalk aufgelöst. Das Chondrin liefert nach *Mulder* beim Verbrennen 4,09 $\frac{0}{0}$ Asche, welche grösstentheils aus phosphorsaurem Kalk besteht. Der in der Grundmasse der Knochen, nicht in den Knochenkörperchen und deren Strahlen, enthaltene phosphorsaure Kalk, so wie der, welcher in den permanenten Knorpeln vorkommt, dürfte demnach wohl chemisch gebunden und gleichzeitig mit der Knorpelmasse abgelagert worden sein.

Endlich ist es nun auch namentlich durch *Valentin's*[6]) Versuche höchst wahrscheinlich gemacht worden, dass wenigstens ein Theil des in den Knochen abgesetzten phosphorsauren Kalks nicht unmittelbar als solcher ausgeschieden werde, sondern dass sich vielmehr derselbe aus andern Kalksalzen und Phosphorsäure oder phosphorsauren Salzen erzeuge. *Valentin* glaubt sogar aus seinen Beobachtungen schliessen zu können, dass aller

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 35.
2) *Berzelius* a. a. O. S. 42.
3) *Mulder's* Archief 1828. p. 155.
4) *Einhof*, Al. Gehlen's Journ. Bd. 6. S. 62.
5) *Vauquelin*, Journ. de Phys. T. 85. p. 127.
6) *Valentin's* Repert. f. Anat. u. Physiol. 1838. S. 306 ff.

phosphorsaurer Kalk in den Knochen weder als Ganzes abgelagert, noch als solches resorbirt werde, sondern dass immer zuerst ein kohlensaures oder organischsaures Kalksalz sich ausscheide, und dieses erst später durch zugeführte Phosphorsäure in eigentliche Knochenerde sich umwandle. Wenn wir auch keineswegs dieser Ansicht vollkommen beistimmen können, so geht doch soviel aus *Valentin's* Beobachtungen mit Bestimmtheit hervor, dass sich im thierischen Organismus der phosphorsaure Kalk auch erst aus seinen nähern Bestandtheilen bilden könne, ein neuer Beweis, wie wenig man Ursache hat, des häufigen Vorkommens dieser Mineralsubstanz halber dem thierischen Organismus eine Kraft zuzuschreiben, durch welche er selbst anorganische Elemente erzeugen könne.

Die eben angeführte Meinung *Valentin's* gründet sich auf folgende Beobachtungen: in einer cariösen Tibia eines 38jährigen Mannes fand er 44,12 % Asche, welche in 100 Theilen 77,93 Th. phosphorsauren und 15,04 Th. kohlensauren Kalk enthielt, während die Tibia eines gesunden Mannes von gleichem Alter 61,98 % Asche lieferte, in welcher auf 100 Theile 84 Th. phosphorsaurer und 12,8 Th. kohlensaurer Kalk enthalten waren; der Aschengehalt zeigte sich also in diesem Falle vermindert, aber fast nur auf Kosten des phosphorsauren Kalks, während die Menge des kohlensauren Kalks vergrössert erscheint. In mehrern andern Fällen von Caries fand *Valentin* eine Vermehrung des phosphorsauren Kalks im Verhältniss zu dem kohlensauren, wobei er die reichlichere Ablagerung des erstern Salzes von einem regern Heilbestreben der Natur herleitet. In dem Callus und der Exostose eines Pferdes fand er den kohlensauren Kalk im Verhältniss zu dem phosphorsauren vermehrt, und schliesst hieraus, dass im Allgemeinen unvollkommen ausgebildete Knochen mehr von dem erstern Salze enthalten, als vollkommen ausgebildete. *Lassaigne's*[1]) Versuche stimmen mit denen *Valentin's* überein; auch *Kühn* hat in dem Osteophyt in der innern Hirnschalenfläche der Schwangern verhältnissmässig mehr kohlensauren Kalk gefunden.

Mit diesen Thatsachen stimmt völlig die Bildung des phosphorsauren Kalks in den bebrüteten Eiern überein, welche selbst der berühmte englische Naturforscher, *Prout*, lange Zeit nicht anders erklären zu können glaubte, als nach der Weise der Naturphilosophen, dass, wo nicht Phosphor, doch wenigstens Kalk-

1) *Lassaigne*, Journ. de Chem. méd. T. 4. p. 366.

erde beim Bebrüten der Eier durch rein vitale Kräfte in dem Vogelembryo aus *Nichts* geschaffen werde. Allein eben die vortrefflichen, von *Lassaigne* später vollkommen bestätigten Untersuchungen *Prout's* über den Stoffwechsel bei der Bebrütung der Eier haben recht deutlich dargethan, dass die Quantitäten des in den Eiflüssigkeiten enthaltenen Phosphors oder der durch chemische Behandlung hervorgebrachten Phosphorsäure sich während aller Perioden der Bebrütung gleich bleiben und keine neue Bildung oder Aufnahme voraussetzen, der Kalk dagegen aus der Schaale des Eies als kohlensaurer Kalk während der Bebrütung in die Flüssigkeiten des Eies übergehen müsse, um dort mit dem sich oxydirenden Phosphor des zersetzten Eiweisses und des phosphorhaltigen Eidotterfettes zu phosphorsauren Kalk sich zu vereinigen.

Man vergleiche übrigens rücksichtlich dieses Gegenstands den zweiten Theil dieses Werks, wo die näher ausgeführten Untersuchungen von *Vauquelin*, *Prout* und *Lassaigne* und einige von mir angestellte Versuche die chemischen Veränderungen bei der Bebrütung der Vögeleier genauer beleuchten.

Kohlensaurer Kalk.

Dieser findet sich hauptsächlich im Skelet der wirbellosen Thiere; doch kommt er, wie schon erwähnt, immer auch in grössern oder geringern Mengen in den Knochen der Wirbelthiere und des Menschen insbesondre vor. Die Zwecke, für die er im thierischen Organismus hauptsächlich bestimmt ist, kommen, wie sich schon aus dem Vorkommen dieses Salzes ergiebt, wohl im Ganzen mit denen des phosphorsauren Kalks überein.

Es ist zwar unzweifelhaft, dass sehr oft der in thierischen Theilen gefundene kohlensaure Kalk kein Educt, sondern erst das Product der Verbrennung ist, der man diese Theile bei der chemischen Analyse unterwarf: allein in den menschlichen Knochen kommt wirklich ein Theil des nach des Verbrennung gefundenen kohlensauren Kalks bereits als solcher vor.

Ueber das Verhältniss, in welchem der kohlensaure Kalk zu dem phosphorsauren Kalk in den menschlichen und thierischen Knochen steht, so wie in denen der Kinder, Erwachsener und Greise, in denen Gesunder und Kranker sind viele Versuche von verschiedenen

Gelehrten angestellt worden, vorzüglich aber von *Lassaigne*[1], *Fernandes de Barros*[2]) und *Valentin*[3]). Das Verhältniss des kohlensauren Kalks zum phosphorsauren zeigt sich nach einigen Untersuchungen von mir[4]), bei einem neugebornen Kinde = 1 : 3,2, bei einem Erwachsenen = 1 : 5,9, bei einem 63jährigen Greise = 1 : 8,1; nach *Valentin* bei Caries im Mittel = 1 : 8,3; bei Callus = 1 : 5,54; nach *Lassaigne* = 1 : 5,3; bei Exostose nach *Valentin* = 1 : 5,2, nach *Lassaigne* = 1 : 2,14; nach *Barros* beim Löwen = 1 : 38, beim Schaaf = 1 : 4,15, beim Huhn = 1 : 8,4, beim Frosch = 1 : 39; bei einem Fische = 1 : 17; nach *Lassaigne* in den Zähnen eines neugebornen Kindes = 1 : 3,6, in denen eines 6jährigen Kindes = 1 : 5,3, in denen eines Erwachsenen = 1 : 6, in denen eines 81jährigen Greises = 1 : 6,6.

Fragen wir nun, wie der kohlensaure Kalk in den thierischen Organismus gelange, so zeigt uns die Erfahrung eine doppelte Weise. Bekannt ist es, wie gewöhnlich das kohlensäurehaltige Quellwasser mit nicht unbedeutenden Quantitäten von kohlensaurem Kalk versehen ist; schon hierin könnte man eine reichliche Quelle des kohlensauren Kalks finden, wenn derselbe wahrscheinlich nicht grösstentheils im thierischen Körper erst erzeugt würde. Mit vegetabilischen Nahrungsmitteln werden nämlich dem thierischen Organismus eine Menge pflanzensaurer Kalksalze zugeführt, welche sich im Organismus wahrscheinlich durch den beim Athmen aufgenommenen Sauerstoff in kohlensaure Salze verwandeln; wer erinnerte sich hierbei nicht der schönen Beobachtungen *Wöhler's*, dass in Folge des Genusses äpfelsaurer, weinsaurer, citronensaurer und andrer pflanzensaurer Alkalien sich nie Spuren dieser Salze, sondern stets kohlensaure Alkalien im Harne zeigen, so dass der sonst saure Harn alkalisch reagirt? Ja finden wir doch gerade den Harn pflanzenfressender Thiere, welche viel pflanzensauren und insbesondre pectinsauren Kalk verzehren, immer ziemlich reich an kohlensauren Kalk. Es ist also wohl keinem Zweifel unterworfen, dass die an Kalk gebundenen Pflanzensäuren im thierischen Organismus einem Oxydationsprocesse unterliegen, bei welchem sich die organischsauren Kalksalze

1) *Lassaigne*, Schweigg. Journ. Bd. 51. S. 141.
2) *Barros*, Journ. de Chim. méd. T. 4. p. 289.
3) *Valentin*, a. a. O.
4) S. d. 2. Th. dieses Werks.

ganz so wie bei der Verbrennung derselben in kohlensaure Kalkerde verwandeln.

Wie kann aber der dem Organismus entweder unmittelbar zugeführte oder der in demselben erst erzeugte, kohlensaure Kalk in den thierischen Flüssigkeiten aufgelöst erhalten und den Knochen zur Ablagerung oder den Nieren zur Excretion zugeführt werden? Wem es nicht gnügt, anzunehmen, dass die im Blute zuerst von *Magnus* nachgewiesene freie Kohlensäure die Auflösung des kohlensauren Kalks bedingen könne, der erinnere sich an die alte Erfahrung *Guiton Morveau's*, dass kohlensaurer Kalk auch durch Alkalisalze wie Chlorkalium u. s. w. in Lösung erhalten werden könne. Bekannt ist, dass beim Kochen der Eier sich viel kohlensaurer Kalk mit in dem angewendeten Wasser auflöst. Wir wissen nicht, welche organischen Stoffe vielleicht so gut wie jene Alkalisalze dazu beitragen können, den kohlensauren Kalk in Wasser auflöslich zu machen; scheint doch der Zucker diese Eigenschaft in einigem Grade zu besitzen.

Die Eigenschaften des kohlensauren Kalks sind wohl so bekannt, dass wir sie hier füglich übergehen konnten. Uebrigens findet sich derselbe im thierischen Körper weder prismatisch, noch rhomboëdrisch gestaltet, sondern stets amorph.

Der Harn der pflanzenfressenden Thiere, z. B. der der Pferde, enthält oft soviel kohlensauren Kalk, dass dieser sich aus dem frischgelassenen Harne sehr bald absetzt; deshalb entstehen auch in den Harnblasen jener Thierclasse sehr häufig Harnsteine, welche aus kohlensaurem Kalk bestehen. Aber auch im menschlichen Harn kommt zuweilen bei alkalischer Reaction desselben kohlensaurer Kalk vor; wenigstens hat man, wiewohl selten, auch menschliche Harnsteine gefunden, welche fast nur aus kohlensaurem Kalk bestanden; *Proust*[1]) machte zuerst hierauf aufmerksam, später fanden dergleichen Steine auch *Cooper*, *Prout*[2]), *Smith*, *Göbel*[3]) und *Fromherz*[4]). In den thierischen Concretionen finden wir zuweilen bedeutende Mengen von kohlensauren Kalk neben phosphorsauren abgelagert; so fand *Geiger*[5]) in einem Nasenconcremente neben 46,7 phosphorsauren 21,7 kohlen-

1) *Proust,* A. Gehlens Journ. Bd. 3. S. 532.
2) *Prout,* Thomson Ann. T. 15. p. 436.
3) *Göbel,* Tromdorf's n. J. Bd. 9. S. 198.
4) *Fromherz,* Schweigg. Journ. Bd. 46. S. 329.
5) *Geiger,* Mag. f. Pharm. Bd. 21. S. 247.

sauren Kalk; in einem Venensteine fand ich 69,7 % phosphorsauren und 24,3 % kohlensauren Kalk; in einer Concretion aus dem Herzen eines Brustwassersüchtigen fand *Walchner*[1]) 23 % kohlensauren und 50 % phosphorsauren Kalk; *John*[2]) in einem Hirschherzen ein Concrement 25 % phosphorsauren und 66,7 % kohlensauren Kalk enthaltend. *Bley*[3]) untersuchte einige Concremente aus dem Peritonäo eines Menschen, welche 34 % kohlensauren und nur 19,32 % phosphorsauren Kalk enthielten.

Phosphorsaure Talkerde.

Als immerwährender Begleiter des phosphorsauren Kalks im thierischen Organismus dürfte das Talkerdephosphat wohl mit den Mineralsubstanzen beigezählt werden können, welche ihrer physischen Eigenschaften wegen dem Thierkörper von Nutzen sind. Ueberall, wo der basisch phosphorsaure Kalk vorkommt, finden wir auch phosphorsaure Magnesia, wenn oft auch nur in Spuren.

Die Knochen der fleischfressenden Thiere, so wie der Menschen enthalten nur wenig phosphorsaure Talkerde, etwas mehr die Knochen der pflanzenfressenden Thiere; *Berzelius* fand in einem menschlichen Knochen 1,16 %, in Ochsenknochen 2,05 %, *Valentin* im Rippenstück eines Pferdes 1,943 %; *Berzelius* im Schmelze eines Menschenzahns 1,5, in dem eines Ochsenzahns 3,0; im Zahnknochen eines Menschen 1,0; in dem eines Ochsen 2,07. Der Gehalt des Bluts an phosphorsaurer Talkerde ist von vielen, namentlich von *Berzelius*, nachgewiesen worden. In der Frauenmilch fanden *Pfaff* und *Schwartz* 0,05 % in der Kuhmilch, 0,0032 % dieses Bittererdesalzes; auch in den Eierschalen der Vögel ist dasselbe gefunden worden. *Brugnatelli*[4]) fand in einem menschlichen Eierstocke einen Stein, welcher fast nur aus phosphorsaurer Bittererde bestand, desgleichen einen im Uterus, welcher von einer Kruste phosphorsauren Kalks umgeben war.

Ueber den Ursprung der phosphorsauren Bittererde können wir keinen Augenblick in Zweifel sein, da unsre gewöhnlichsten Nahrungsmittel von den Saamen der Cerealien bereitet werden; denn bekannt ist es, dass kein Saamen irgend einer der Familie der Gramineen zugehörigen Pflanze frei von Bittererde ist. Der thierische Organismus bedarf aber der phosphorsauren Bittererde

1) *Walchner*, Mag. der Pharm. Bd. 19. S. 152.
2) *John*, chemische Schriften. Bd. 5. S. 155.
3) *Bley*, Arch. der Pharm. Bd. 20. S. 212.
4) *Brugeatelli*, Brugn. Giorn. T. 12. p. 134.

weit weniger als des phosphorsauren Kalks; diess geht nicht nur aus dem oben ungefähr angedeuteten Verhältniss des in den Knochen und andern Theilen vorkommenden phosphorsauren Kalks zur phosphorsauren Talkerde hervor, sondern auch besonders daraus, dass wir die letztre in den Excrementen der Menschen in sehr grosser Menge finden. Die Excremente der pflanzenfressenden Thiere sind natürlich noch viel reicher an diesem Salze, so dass man sehr häufig im Blinddarme und Mastdarme dieser Thiere, vorzüglich der Pferde, Steine gefunden hat, welche fast nur aus phosphorsaurem Bittererde-Ammoniak bestehen, und zuweilen noch mit schwefelsaurem Bittererde-Ammoniak überzogen sind. Auch in dem Darmkanal der Carnivoren hat man krystallinische Concretionen gefunden, welche jedoch nur aus phosphorsaurer Bittererde bestanden. Auch der Harn des Menschen so wie der der fleischfressenden Thiere enthält nicht unbedeutende Mengen von phosphorsaurer Talkerde.

Berzelius[1]) hat schon längst aus vorstehenden Thatsachen den Schluss gezogen, dass die Saugadern des Darmkanals weniger fähig sind, Magnesiaphosphat als Kalkphosphat aufzunehmen, dass die der Herbivoren aber immer noch geneigter sind, das Talkerdesalz zu absorbiren, als die der Carnivoren, da sich in den Knochen der erstern mehr davon vorfindet, als in denen der letztern; doch dürfte die letztre Erscheinung wohl vielmehr daher geleitet werden, dass den pflanzenfressenden Thieren überhaupt mehr phosphorsaure Talkerde zugeführt wird, als den fleischfressenden.

Berzelius fand in den Excrementen, die nach dem Genusse von grobem Brote und etwas animalischer Nahrung ausgeleert worden waren, 2 $\frac{0}{0}$ phosphorsaure Bittererde und 4 $\frac{0}{0}$ phosphorsauren Kalk. *Gluge* und *Schönlein* beobachteten in den menschlichen Excrementen mittelst des Mikroskops krystallinische Massen von phosphorsaurer Magnesia, vorzugsweise in den Excrementen Typhuskranker. — Erst neuerlich fand *Fr. Simon*[2]) in einem $47\frac{1}{2}$ Loth schweren Darmconcremente eines Pferdes über 81 $\frac{0}{0}$ phosphorsaure Talkerde, aber kein Kalksalz. Menschliche Harnsteine, welche hauptsächlich aus phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak bestehen, hat man allerdings seltner

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chemie. Bd. 9. S. 345.

2) *Fr. Simon*, Buchner's Repert. Bd. 16. S. 215—220.

gefunden; doch sind die sogenannten schmelzbaren Harnsteine, welche aus phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak bestehen, um so häufiger. Oft findet man auch dergleichen Sedimente in sehr blassem Harne und zwar in krystallinischer Form. In dem Harne eines Diabetischen fand ich ein vollkommen weisses krystallinisches Sediment, welches aus einem phosphorsauren Talkerde-Ammoniak ohne Spur eines Kalksalzes bestand.

Fluorcalcium.

Dieser Körper findet sich im thierischen Organismus zwar immer nur in sehr geringen Mengen, doch ist er ein so integrirender Bestandtheil des Schmelzes der Zähne, dass man ihm wohl mit Recht die Eigenschaft zuschreibt, dem Schmelze der Zähne den Glanz wie die ausserordentliche Härte zu ertheilen. Das Fluorcalcium kommt in geringen Mengen auch in den Knochen der Thiere vor; in den Skeletten der vorweltlichen Tiere hat man mehr Fluorcalcium gefunden, als in denen unsrer Zeit; sonderbar ist es, dass auch die Knochen von menschlichen Skeleten, welche man zu Pompeji ausgegraben hat, nach *Liebig*[1]) mehr Fluorcalcium enthalten, als die Knochen unsrer Zeitgenossen.

Berzelius[2]) fand im knöchernen Theil eines Menschenzahns 2,1 %, in dem Schmelze desselben 3,2 %, in dem Knochen eines Ochsenzahns 5,69 %, in dem Schmelze desselben 4 % Fluorcalcium. *Morichini*[3]) fand zuerst im fossilen Elfenbein das Fluorcalcium, *Proust*[4]), *Fourcroy* und *Vauquelin*[5]), *Chevreul*[6]), *Brandes*[7]) und *Bergemann*[8]) haben in den Knochen verschiedener antediluvianischer Thiere den Gehalt an Fluorcalcium nachgewiesen. *Lassaigne*[9]) will in den Zähnen eines Anoplotherium 15 % Fluorcalcium gefunden haben.

Ueber den Ursprung jener geringen Mengen von Fluorcal-

1) *J. Liebig*, Organische Chemie auf Agricultur u. Physiol. angewendet 1840. S. 140.

2) *Berzelius*, Alt. Gehler's Journ. Bd. 3. S. 1.

3) *Morichini*, A. Gehl. J. Bd. 3. S. 625. N. Gehl. Journ. Bd. 2. S. 177.

4) *Proust*, N. Gehl. Journ. Bd. 2. S. 187.

5) *Fourcroy* und *Vauquelin*, Ann. de Chimie. T. 57. p. 37.

6) *Chevreul*, Ann. de Chim. T. 57. p. 45.

7) *Brandes*, Schweigg. Journ. Bd. 32. S. 505.

8) *Bergemann*, Schweigg. Journ. Bd. 52. S. 145.

9) *Lassaigne*, Schweigg. Journ. Bd. 52. S. 141.

cium, welche wir im thierischen Körper finden, können wir wohl nicht in Zweifel sein, wenn wir erwägen, dass viele Mineralwässer Spuren von Fluormetallen enthalten, dass glimmerhaltiger Boden immer auch Fluormetalle führt, welche höchst wahrscheinlich, wenn auch in unbestimmbar kleinen Mengen, in die Pflanzen übergehen, und dass somit kleine Mengen jenes Stoffes durch Getränke sowohl als durch Pflanzenspeisen dem Thierkörper zugeführt werden müssen.

Fluorcalcium findet sich z. B. im Carlsbader Wasser aufgelöst, wie *Berzelius* nachgewiesen hat. Im Urin gelang es *Berzelius* Spuren von Fluorcalcium nachzuweisen.

Zweite Classe der im thierischen Organismus vorkommenden Mineralkörper.

Chlorwasserstoffsäure, Salzsäure.

Diese freie Säure hat man nur in dem Magensafte des Menschen und der fleischfressenden Thiere, so wie in dem Netz- und Labmagen der pflanzenfressenden in geringen Mengen aufgefunden, auch die im Proventriculus der Vögel abgesonderte saure Flüssigkeit enthält Salzsäure.

Prout [1]) hat zuerst bei einer genauern Untersuchung des sauern Magensaftes freie Salzsäure in demselben entdeckt, und darin 0,05 bis 0,06 % gefunden; er hat sie im Magensaft von Kaninchen, Hasen, Pferden und Kälbern nachgewiesen; auch fand er so wie *Children* [2]) dieselbe im Magensafte solcher, die an Dyspepsie litten. *Prevost* und *Le Royer* [3]), *Tiedemann* und *Gmelin* [4]), so wie *Silliman* und *Braconnot* [5]) haben *Prout's* Entdeckung bestätigt. Ein Diabetiker, dessen Speichel stets sauer reagirte, brach in Folge eines von mir verordneten Brechmittels, welches aus reiner Rad. Ipecacuanhae bestand, drei Unzen einer sauern, trüben Flüssigkeit aus, in welcher

1) *Prout*, Philosoph. Transact. 1824. p. 1 u. p. 32.
2) *Children*, Ann. of philosophy Jul. 1824.
3) *Prevost et Le Royer*, Froriep's Notizen Bd. 9. S. 194.
4) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung S. 152 (?)
5) *Braconnot*, Ann. de Chim. T. 59. p. 348.

ich 0,093 % Salzsäure fand. S. d. 2. Th. dieses Werks. Im Magensafte der Vögel, Fische und Amphibien scheint nach den bisherigen Untersuchungen weniger freie Salzsäure, aber mehr Milchsäure enthalten zu sein als im Magensafte der Säugethiere.

Es ist durch die Beobachtung von *Tiedemann* und *Gmelin*, so wie von *Beaumont*[1]) und von *Eberle*[2]) constatirt worden, dass der Magensaft auflösend auf die genossenen Nahrungsmittel wirke. Wie wichtig aber bei diesem Processe, wo nicht blos Auflösungen sondern auch chemische Umwandlungen geschehen, die Gegenwart der Salzsäure, so wie freier Säure überhaupt sei, geht besonders aus *Schwann's*[3]) und *Wasmann's*[4]) Untersuchungen über die verdauende Kraft des von jenem sogenannten Pepsins hervor.

Schwann zeigte, dass Magensaft, der mit einem Alkali neutralisirt war, oder das künstlich ausgeschiedene neutrale Pepsin, Eiweiss und mehrere andre Thierstoffe aufzulösen nicht im Stande sei. *Wasmann*[4]) hat diese Erfahrung nicht nur bestätigt, sondern glaubt auch mit Gewissheit aus seinen Versuchen schliessen zu können, dass rücksichtlich des Eiweisses *der Säure allein die auflösende Digestionskraft* zukomme, und dass das Pepsin nur insofern Einfluss auf die Verdauung habe, als es die Auflösung bei einem niedrigern Temperaturgrade herstelle, als die reine Säure. Indessen scheint nach den von mir angestellten und im 2. Th. dieses Werks mitgetheilten Untersuchungen doch die Auflösung des Eiweisses in verdünnter Salzsäure nichts weiter, als die von *Mulder* näher untersuchte Verbindung von Salzsäure mit Eiweiss zu sein, welche in reinem Wasser löslich ist, nicht aber in säurehaltigem; während das durch den Magensaft aufgelöste wesentlich davon verschieden ist, wie schon *Schwann* ausführlich dargethan hat. Interessant ist noch *Wasmann's* Beobachtung, dass 2 Drachmen einer sauren Flüssigkeit, welche nur 0,0017 % Pepsin enthält, eine dünne Eiweissplatte in 6 bis 8 Stunden auflösen, während auf Zusatz von 12 Tropfen Salzsäure zu jener verdünnten Pepsinlösung die Auflösung des gekochten Eiweisses nur 2 Stunden Zeit braucht.

Die grosse Wichtigkeit dieser starken Mineralsäure bei der Verdauung und Auflösung der Speisen im Magen dürfte daher

1) *Beaumont*, Versuche über Magensaft und Physiol. der Verdauung. Leipzig 1834.

2) *Eberle*, Schmidt's Jahrb. d. gesammten Medic. 1835. Bd. 6. S. 337.

3) *Schwann*, Poggend. Ann. Bd. 38. S. 358.

4) *Wasmann*, de digestione nonnulla, diss. inaug. Berol. 1839.

durch obstehende Thatsachen völlig ausser Zweifel gesetzt sein. Zugleich geht aber auch eben hieraus hervor, dass der Process der Auflösung und Verdauung der Speisen im Magen hauptsächlich ein chemischer ist, und dass darin die Salzsäure die wichtigste Rolle mit spielt. Sind wir im Stande, ausserhalb des Körpers jenen Process in seiner Hauptsache nachzuahmen, so können wir unmöglich denselben für einen reinen Lebensprocess halten. Ist aber der Process selbst ein chemischer, wird dann die Natur andre als chemische Kräfte zur Herstellung der Verdauungsstoffe anwenden? Fragen wir daher, wie die Salzsäure im Magen frei wird oder sich selbst bildet, da sie doch, wenigstens im freien Zustande nicht, von aussen zugeführt wird, so werden wir gewiss nicht der Ansicht sein, dass durch die blosse Lebenskraft auf anderm als chemischem Wege die Salzsäure erzeugt werde, während ihre Wirksamkeit doch nur eine rein chemische ist. Mit Bestimmtheit lässt sich zur Zeit allerdings nicht entscheiden, welches gerade der chemische Process ist, durch welchen die Salzsäure ausgeschieden wird aus ihrer Verbindung mit Natron oder Kalk. Es ist höchst auffallend, dass sich im Magensafte nicht nur keine andern Salze als Chlormetalle vorfinden, sondern dass auch die letztern, namentlich Kochsalz, in sehr grossen Mengen darin enthalten sind. Auffallend ist diese Wahrnehmung vorzüglich deshalb, weil gerade hierdurch die Erklärung, wie die Salzsäure frei werden kann, sehr erschwert wird. Würden sich im Magensafte neben den salzsauren Salzen noch schwefelsaure oder phosphorsaure vorfinden, so könnte man zu der Annahme geneigt sein, dass die durch Oxydation des Schwefels oder Phosphors der albuminösen Theile im Blute erzeugten Säuren aus dem Kochsalz oder Chlorcalcium Salzsäure ausschieden. Dieser Ansicht widerspricht aber geradezu der Mangel aller schwefelsauren Salze und das Vorkommen einer höchst geringen Menge phosphorsauren Kalks im Magensafte selbst. So weit für jetzt die chemische Constitution des Magensaftes erforscht ist, lässt sich die Ausscheidung der Salzsäure kaum anders erklären, als durch die Annahme, dass dem Magen neben dem Kochsalze viel Milchsäure oder Stoffe, die sich in Milchsäure verwandeln, zugeführt werde. Gerade der Magen befördert, wie unter dem Artikel Milchsäure dargethan ist, die Bildung dieser Säure vielleicht am meisten. Wir erinnern nur

daran, dass die mit dem Speichel dem Magen zugeführte Luft sehr leicht eine Art von Gährungsprocess unter den im Magen befindlichen Nahrungsmitteln oder unter den Bestandtheilen des Speichels selbst einleiten kann, wobei sich Milchsäure erzeugt. *Braconnot* läugnet zwar das Vorkommen freier Milchsäure im Magensafte; indessen stimmen die meisten Beobachter darin überein, dass sich freie Milchsäure im Magensafte finde; auch wäre es in der That unerklärlich, warum sich nicht Milchsäure, wenigstens im gebundenen Zustande, im Magensafte vorfinden sollte, da sie sonst in allen thierischen Flüssigkeiten enthalten ist, und fast bei allen Umwandlungsprocessen erzeugt wird.

Es ist nun nicht unwahrscheinlich, dass die Salzsäure aus einem Theile des im Magen befindlichen Chlorcalciums durch die Milchsäure ausgetrieben wird; hierfür spricht, dass *Tiedemann* und *Gmelin*, wie *Braconnot*[1]), in der Asche des eingedunsteten Magensaftes zwar keine kohlensauren Alkalien, wohl aber kohlensauren Kalk gefunden haben. Das Chlorcalcium kann aber allerdings durch concentrirte Milchsäure auch ausserhalb des Körpers zersetzt werden.

Eine spirituöse Lösung von Chlorcalcium versetzte ich mit einer ziemlich concentrirten Milchsäurelösung, die Flüssigkeit schied sehr bald ein weisses Pulver von milchsaurem Kalk aus; vermischte ich beide Körper in wässriger Lösung, so schieden sich in 6 Tagen kleine weisse Nadeln milchsauren Kalks aus.

Ist auch durch diese Thatsachen die Entstehung freier Salzsäure im thierischen Körper noch keineswegs mit absoluter Gewissheit erwiesen, so geht doch gewiss soviel daraus hervor, dass wir, um einen chemischen Process im Thierkörper zu erklären, nicht erst zu unbekannten Kräften unsre Zuflucht zu nehmen brauchen, und dass wenigstens die Entstehung jener starken Mineralsäure im thierischen Organismus durch *chemische* Gesetze erklärt werden *kann*.

Fluorwasserstoffsäure.

Diese Säure ist bisher nur im Magensafte der Vögel gefunden worden; man hat ihre Gegenwart daraus geschlossen, dass glatte,

1) *Braconnot*, a. a. O.

glänzende, kieselsäurehaltige Stoffe im Magensafte der Vögel rauh und matt werden.

Brugnatelli[1]) wurde zuerst auf die Gegenwart dieser Säure im Magensafte aufmerksam, indem er Agat- und Bergkrystallstücke, welche er mittelst Röhren in den Magen von Hühnern und Truthühnern eingebracht und 10 Tage lang darin erhalten hatte, deutlich corrodirt fand und an denselben einen Gewichtsverlust von 12 bis 14 Gran beobachtete; in gleicher Weise behauptet *Treviranus*[2]), dass bei der Digestion der Contenta des Darmkanals von Hühnern die Glasur von Porzellangefässen angegriffen werde. *Tiedemann* und *Gmelin*[3]) digerirten den Magensaft einer Ente 24 Stunden lang in einem Platintiegel, der mit einem mit Wachs überzogenen und theilweise radirten Glasplättchen bedeckt war; sie konnten jedoch keine Corrosion am Glase wahrnehmen. Es konnte sein, dass die Flusssäure sich mit einer im Magensafte befindlichen Base verbunden hatte, weshalb sie auch keineswegs aus diesem Versuche auf die Abwesenheit der Flusssäure schliessen.

Ich brachte den Chymus eben getödteter Enten in einen Platintiegel, setzte zur Masse noch etwas Schwefelsäure und bedeckte den Tiegel mit einem Uhrgläschen, welches mit Wachs überzogen, nach der Mitte hin aber davon entblöst war; auf dem Uhrgläschen konnte ich indessen auch nicht die geringste Spur von Corrosion nachweisen. Nichts desto weniger glaube ich nicht, dass durch diesen Versuch die Abwesenheit der Flusssäure im Magen der Vögel erwiesen ist; denn die höchst geringen Mengen von Flusssäure werden wahrscheinlich sehr bald mit der Kieselsäure des Sandes verbunden, den wir immer im Magen solcher Thiere finden. Zur Zeit erkennen wir das Vorkommen der Flusssäure im Magensafte an, da die scharfe Beobachtungsgabe eines *Brugnatelli* und *Treviranus* sich hier nicht einmal durch eine vorgefasste Meinung oder theoretische Ansicht hat irre führen lassen können.

Aller Wahrscheinlichkeit nach geht der Zweck, welchen die Natur bei Bildung der Flusssäure im Magen der Vögel verfolgt, vorzüglich darauf hinaus, das kieselhaltige Skelet so vieler Pflanzen, von welchen die Vögel geniessen, zu zerstören, die Pflanzentheile selbst geeigneter zu machen, um sie in dem musculösen Magen der Vögel zu zerreiben, und ihnen um so vollständiger organische Materie entziehen zu können. Die Flusssäure scheint in

1) *Brugnatelli, Crell's* Annalen 1787. B. I. S. 230.

2) *Treviranus*, Biologie. Bd. 4. S. 362.

3) *Tiedemann* und *Gmelin*, die Verdauung nach Versuchen. Bd. 2. S. 139.

der That keinem andern Zwecke, als dem eben angeführten zu dienen; denn wir können nicht glauben, dass diese Säure zur Umwandlung der organischen Stoffe selbst etwas beitrage; denn abgesehen von dem metaphysischen Grunde, dass die Natur sich nie überflüssiger Mittel und Kräfte zur Erreichung ihrer Zwecke zu bedienen scheint, sehen wir ja selbst, dass die pflanzenfressenden Säugethiere dieser Säure zur Verdauung derselben Stoffe, wie sie die Vögel zur Ernährung brauchen, keineswegs bedürfen und doch dieselben Gewebe und Stoffe erzeugen, wie wir sie auch in den Herbivoren finden. Der Organismus der Vögel bedurfte deswegen dieser Säure, weil ihnen die Werkzeuge fehlen, wodurch die pflanzenfressenden Säugethiere das feste Skelet der Pflanzen zermalmen, und diese so zur eigentlichen Verdauung geeignet machen. Die Flusssäure ersetzt in dem Verdauungsprocesse der Vögel das Wiederkäuen so vieler Herbivoren. Gerade das Wiederkäuen der Letztern zeigt uns, wie wichtig zur Verdauung die vollkommne Zerstörung der organischen Structur ist.

In dem sauren Magensafte des Labmagens eines Ochsen, so wie in dem eines Schafes liess sich bei Anwendung von etwas Schwefelsäure und Digestion in einem mit Glas bedeckten Platintiegel keine Flusssäure nachweisen. Daher sättigte ich die saure Flüssigkeit, welche ich durch Auswaschen der Contenta, so wie der Schleimhaut des Labmagens eines frisch getödteten Ochsen erhalten hatte, mit kohlensaurem Kali, dampfte sie dann zur Trockniss ein, und verbrannte den Rückstand im Platintiegel; die Asche ward dann mit etwas Schwefelsäure übergossen, und der Tiegel mit einem Uhrgläschen, welches theilweise mit Wachs überzogen war, bedeckt; allein auch bei dieser Behandlung liess sich keine Spur von Flusssäure nachweisen. Es dürfte also wohl ziemlich gewiss sein, dass im Magensafte der pflanzenfressenden Säugethiere keine freie Flusssäure vorkommt.

Dass die Flusssäure dem thierischen Körper von aussen zugeführt wird, und zwar verbunden mit einem Alkali oder selbst Kalkerde, dürfte wohl nach dem, was schon oben über den Ursprung des Fluorcalcium gesagt worden ist, Niemand in Zweifel ziehen. Im freien Zustande dürfte schon deshalb die Flusssäure dem thierischen Organismus nicht zugeführt werden, weil sie, selbst wenn sie durch irgend einen chemischen Process in der anorganischen Natur frei würde, sie sogleich wieder mit einer Basis sich vermöge ihrer grossen Verwandtschaft verbinden müsste.

Eine Säure aber, welche von den Basen nur durch die stärksten Mineralsäuren getrennt werden kann, aus ihren Verbindungen frei zu machen, dürfte wohl selbst der Nervenkraft nicht gelingen. Wir können uns zur Zeit das Freiwerden der Flusssäure im Magensafte der Vögel nicht anders erklären, als durch die Annahme, dass mit den Fluormetallen dem Magen der Vögel freie Schwefelsäure zugeführt wird, deren Entstehen aus dem schwefelhaltigen Pflanzeneiweiss bei der so lebhaften Respiration der Vögel sehr erklärlich ist. Dazu kommt, dass sich nach *Tiedemann* und *Gmelin*[1]) im Magensafte der Vögel immer schwefelsaure Alkalien oder schwefelsaurer Kalk findet.

Ebengenannte Naturforscher fanden im Magensafte einer Gans, den sie durch Einbringen eines Schwammes und Tödten des Thiers erhalten hatten, neben andern Salzen schwefelsauren Kalk, im Magensafte eines Bussard, so wie bei einem Truthahn, der einige Zeit gefastet hatte, schwefelsaures Natron.

Chlornatrium.

Wie fast überall auf der ganzen Erdoberfläche findet sich dieser Körper auch in allen Theilen des thierischen Organismus; er ist aber dem letztern nicht etwa bloss zufällig mit den Speisen und Getränken zugeführt worden, sondern er steht daselbst bestimmten Verrichtungen vor und wird zu höchst verschiedenen Zwecken verwendet. Wir sprechen hier nicht von der Nothwendigkeit des Salzes, welche wohl erst eine gesteigerte Cultur mit sich geführt hat. Das Kochsalz ist nicht blos für die europäischen Völker zu einem solchen Bedürfniss geworden, dass man in dessen Besteuerung hie und da eine reichliche Quelle für Staatseinkünfte getroffen hat, sondern bei noch wenig cultivirten Völkern, wie z. B. in Mittelafrika hat es für die Befriedigung der gewöhnlichsten Lebensbedürfnisse eine solche Wichtigkeit erlangt, dass man es daselbst oft mit Goldsand aufwiegt oder an seiner Stelle widrige Surrogate verwendet. Wir dürfen aber keineswegs glauben, dass nicht die Natur selbst schon dafür gesorgt habe, dass an allen Orten der Erde sich eine zum künftigen Bestehen der thierischen Organismen hinreichende Menge Kochsalz vorfinde. Denn abge-

1) *Tiedemann* und *Gmelin*, a. a. O. Bd. 2. S. 107—201.

sehen davon, dass in allen Quellwassern, in allen Flüssen und Strömen, ja selbst im Regenwasser, wie *Liebig* vorzüglich dargethan hat, grössere oder geringere Mengen vorkommen, wissen wir auch, dass viele Völkerschaften das Kochsalz als Gewürz durchaus nicht kennen, und dass die meisten Säugethiere bei dem Genuss von kochsalzarmen Vegetabilien und kochsalzarmen Wasser recht gut bestehen. Das Kochsalz dürfte daher für die cultivirteren Nationen nur deshalb zum Bedürfniss geworden sein, weil die betreffenden Menschen schon von Jugend auf, ja vielleicht schon durch die Muttermilch an dieses Reizmittel gewöhnt, nicht nur weniger schmackhaft die Nahrungsmittel ohne Kochsalzzusatz finden, sondern weil sie wohl auch selbst ohne dieses weniger gut verdauen. Es lässt sich wenigstens denken, dass der Magen so verwöhnter Menschen dieses Reizmittels stets bedarf, um eine zur Verdauung vollkommen genügende Absonderung zu liefern; Bezug hierauf hat vielleicht, dass der während der Verdauung auch von Thieren abgesonderte Magensaft immer sehr reich an Kochsalz gefunden wird.

Welches sind nun aber die Zwecke, zu welchen die geringere Quantität Kochsalz, welche unbedingt Menschen und Thieren nothwendig ist, im Organismus verwendet wird? Nur wenige Andeutungen werden gnügen, um die verschiedenen Functionen des Kochsalzes bei der Stoffmetamorphose im thierischen Organismus darzuthun.

Berücksichtigen wir zunächst das Vorkommen des Kochsalzes im Blute, als dem Theile des Thierkörpers, von dem aus alle übrigen Theile des Organismus gleichsam mit Material versorgt werden, so finden wir, dass durch die Analyse mehrerer ausgezeichneter Analytiker im menschlichen Blutwasser ungefähr 0,68 Kochsalz nachgewiesen worden ist. Der Nutzen desselben im Blute ist durch eine zuerst von *Joh. Müller* [1]) beobachtete auffallende Thatsache dargethan worden, wornach jene Quantität Kochsalz in Gemeinschaft mit dem Eiweiss des Blutwassers gerade hinreichend ist, um die Auflösung der Rinde der Blutkörperchen zu verhindern.

1) *Joh. Müller*, Pogg. Annal. 1832. Heft 8.

Berzelius[1]) fand im Blutserum 0,6 $\frac{0}{0}$, *Mareet* 0,66 $\frac{0}{0}$ und *Lecanu* 0,552 bis 0,600 $\frac{0}{0}$, *Denis*[2]) 0,4 $\frac{0}{0}$ Kochsalz.

Berzelius war früher der Meinung, der Eiweissgehalt des Blutwassers möge die Ursache sein, warum der sonst in reinem Wasser so leicht lösliche Blutfarbstoff sich nicht im Serum auflöse, allein *Joh. Müller* hat gezeigt, dass die Rinde der Blutkörperchen sogleich aufgelöst werde, wenn er dieselben mit einer wässrigen, nicht allzu verdünnten Eidotterlösung in Berührung brachte; setzte er dagegen dem Blute Wasser zu, welches auch nur 1 $\frac{0}{0}$ Kochsalz enthielt, so blieben die Blutkörperchen unversehrt; von kochsalzhaltigem Wasser, in welchem kein Albumin enthalten war, wurden indessen die Blutkörperchen verändert. *Berzelius*[3]) hat später diese Versuche in Bezug auf das Blutroth (Gemeng von Globulin mit Hämatin) bestätigt.

Das Kochsalz ertheilt dem Blutroth, gleich andern Salzen mit alkalischer Basis, eine heller rothe Farbe. Allem Anschein nach beruht diese Farbenveränderung auf einer chemischen Einwirkung des Kochsalzes; denn hing dieselbe nur von einer Veränderung des Cohäsionszustandes des Blutroths ab, so würde sich, wie *Berzelius* bemerkt, das dunkelrothe Pigment im Wasser nicht mit dunkelrother und das hellrothe mit hellrother Farbe auflösen. In wieweit dem Blutwasser rücksichtlich seiner Einwirkung auf das Blutroth eine bestimmte Quantität Kochsalz nothwendig ist, lässt sich zur Zeit noch keineswegs auch nur entfernt vermuthen.

Stevens wurde zuerst auf jene Einwirkung des Kochsalzes auf das Blutroth aufmerksam, als er zufällig einen dunkelroth gewordenen Blutkuchen in eine Kochsalzlösung brachte.

Da durch *J. Müller*[4]) erwiesen ist, dass die Gerinnung des im Blute aufgelösten Faserstoffs von Kochsalzlösung ebensowohl, als von kohlensaurem Kali, schwefelsaurem Natron und salpetersaurem Kali entweder sehr verlangsamt oder ganz verhindert wird: so könnte wohl das im Blute bereits vorhandene Kochsalz vielleicht auch mit dazu beitragen, den Faserstoff im lebenden Blute gelöst zu erhalten. Der Einfluss des Kochsalzes auf die Faserstofflösung ist wenigstens dargethan. Die Gegenwart der Salze mit alkalischer Basis in den thierischen Flüssigkeiten dürfte überhaupt

1) *Berzelius,* Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 98.
2) *Denis*, Journ. de Chim. méd. Ser. IV. p. 101.
3) *Berzelius*, a. a. O. S. 74.
4) *Joh. Müller*, Physiol. Bd. 1. S. 121.

vielleicht wichtiger sein, als ihre geringe Menge für den ersten Blick zu beweisen scheint. Es lässt sich wohl denken, dass diese Salze und vorzüglich das Kochsalz, deren schon nicht sehr concentrirte Lösungen von todten organischen Körpern ziemlich lange die Fäulniss und Verwesung entfernt halten, auch auf die organischen Substanzen im thierischen Körper überhaupt einen erheblichen Einfluss ausüben; denn abgesehen davon, dass das Kochsalz den Einfluss des Wassers und der Wärme auf die leicht zersetzbaren Stoffe hindert, indem es einen Theil des Wassers für sich in Anspruch nimmt, und bei vermindertem Wassergehalt im thierischen Körper einen Reiz in dessen Geweben hervorbringt: so ist ja auch bekannt, wie leicht sich gerade das Kochsalz mit einigen organischen Substanzen chemisch verbindet; wir erinnern zunächst nur an die Verbindungen des Kochsalzes mit Harnstoff und Harnzucker.

In der letzterwähnten Weise chemisch gebunden findet sich das Kochsalz in der Knorpelmaterie. Vergleicht man den Kochsalzgehalt der Knochen mit denen der Knorpel, so findet man in letztern eine weit grössre Menge Chlornatrium als man auch sonst wohl in andern thierischen Theilen findet. Die knorpelartigen Knochen des Fötus, in denen sich noch wenig phosphorsaurer Kalk abgelagert hat, enthalten weit mehr Kochsalz als die ausgebildeten Knochen. Krankhafte Ablagerungen nach Knochenkrankheiten enthalten oft mehr Chlornatrium als selbst die permanenten Knorpel. Es hat demnach den Anschein, als ob das Kochsalz, welches sich durch blosses Maceriren oder Digeriren mit warmem Wasser keineswegs aus den Knorpeln ausziehen lässt, bei Ablagerung der Knorpelmaterie selbst eine Rolle spiele, und zur Constitution des Knorpels ebenso nothwendig sei, wie der phosphorsaure Kalk zur Constitution der Knochen.

Fromherz und *Gugert*[1]) fanden in der Asche des Rippenknorpels eines 20jährigen Mannes 8,231 $\frac{0}{0}$ Chlornatrium; bei Untersuchung eines Kehlkopfknorpels eines ausgewachsenen Frauenzimmers fand ich 11,236 $\frac{0}{0}$ Kochsalz in der Asche. Aus der Asche verschiedner Knochen konnte ich nur zwischen 0,7 und 1,5 $\frac{0}{0}$ Chlornatrium ausziehen. In der Asche, welche durch Verbrennung des Schenkelknochens eines

1) *Fromherz* und *Gugert*, Schweig. Journ. Bd. 50. S. 187.

achtmonatlichen Fötus erhalten wurde, fand ich 10,138 $\frac{0}{0}$ Kochsalz. Nach *Valentin*[1]) enthielt die Asche einer um eine cariöse Tibia abgelagerten Cruste 13,7 $\frac{0}{0}$, die eines cariösen Rückenwirbels 6,99 $\frac{0}{0}$ und *Laugier*[2]) fand in der Asche einer gichtischen Concretion des Kniegelenks beinahe 40 $\frac{0}{0}$ Kochsalz; doch sieht die ganze Analyse des letztern sehr verdächtig aus.

Dass das Kochsalz endlich im thierischen Körper nicht nur chemisch gebunden vorkommen kann, sondern dass es auch chemische Actionen und Umwandlungen mit bedingen mag, geht daraus recht deutlich hervor, dass man es stets in ziemlich grosser Menge im Magensafte der Menschen und Säugethiere aufgelöst gefunden hat. Auffallend ist es überhaupt, dass im Magensafte neben den organischen Substanzen nur Chloride und besonders Kochsalz in erheblicher Menge vorkommen. Der nächste Schluss, den man aus dieser Erfahrung ziehen kann, ist wohl der, dass das Kochsalz die Auflösung und Umwandlung der Speisen neben der Salzsäure und dem Pepsin des Magensafts mit befördern mag, was auch einige von mir im Bezug hierauf angestellte Versuche zu bestätigen scheinen.

Prout[3]) fand im Magensafte des Menschen 0,12 und 0,13 $\frac{0}{0}$ Chlornatrium mit etwas Chlorkalium; *Braconnot*[4]), so wie *Tiedemann* und *Gmelin*[5]) fanden im Magensafte von Hunden Chlornatrium in sehr grosser Menge. *Tiedemann* und *Gmelin*[6]) haben auch selbst im Magensafte der Vögel, welche von Samen, also an Chlornatrium sehr armen Stoffen leben, erhebliche Mengen von Kochsalz gefunden. Der Magensaft eines Menschen, welchen *Berzelius*[7]) untersuchte, hinterliess beim Verdunsten 1,269 $\frac{0}{0}$ eines festen Rückstandes, welcher grösstentheils aus Kochsalzkrystallen bestand. In der Flüssigkeit aus dem Kropfe einer Ente, welche 8 Tage lang nur mit in destillirtem Wasser aufgeweichter Gerste und mit destillirtem Wasser genährt worden war, fand ich 0,311 $\frac{0}{0}$ Kochsalz.

Um die Wirksamkeit des Kochsalzes bei der Verdauung der Nahrungsmittel zu prüfen, löste ich nach *Wasmann*[8]) dargestell-

1) *Valentin*, Reperti f. Anat. u. Physiol. 1838. S. 301.
2) *Laugier*, Schweig. Journ. Bd. 4. 5. S. 284.
3) *Prout*, Schweig. Journ. Bd. 42. S. 473.
4) *Braconnot*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 59. p. 113.
5) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung. Bd. 1. S. 91.
6) *Tiedemann* und *Gmelin*, a. a. O. Bd. 2. S. 107 bis 201.
7) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 209.
8) *Wasmann*, de digestione nonnulla. Diss. inaug. Berol. 1839.

tes Pepsin (0,02 gr. in 20 gr.) in mit etwas Salzsäure angesäuertem Wasser auf, und fand, dass davon ein kleines Stück feuchtes geronnenes Eiweiss bei einer Temperatur von 36° C. in 5 Stunden, ein Stück frisch coagulirter Faserstoff in 3½ Stunde, ein Stück Käsestoff in 5½ Stunde aufgelöst wurden; fügte ich dagegen jener künstlichen Verdauungsflüssigkeit 1,5 % Kochsalz zu, so wurde Eiweiss unter übrigens ganz gleichen Verhältnissen schon nach 2½ Stunde, Faserstoff in weniger als einer Stunde und Käsestoff in 3 Stunden aufgelöst. Eine weiter fortgesetzte Untersuchung muss erst lehren, in wiefern diese Versuche noch weiter bestätigt werden, und in wiefern das Kochsalz etwa die durch Salzsäure und Pepsin umgewandelten Stoffe aufzulösen und sich mit denselben in ähnlicher Weise chemisch zu verbinden vermag, wie mit der Knorpelmaterie oder dem Harnzucker.

Darüber dass das Chlornatrium dem thierischen Körper in solcher Menge von aussen zugeführt wird, dass man durchaus nicht Veranlassung findet, eine Bildung desselben durch die organische Kraft selbst anzunehmen, hegt nach dem, was schon oben über das reichliche Vorkommen dieses Körpers in der anorganischen Natur gesagt worden ist, wohl Niemand den geringsten Zweifel. Indessen geht aus dem, was *Liebig* [1]) über die Verflüchtigung feuerbeständiger Salze zugleich mit dem Wasserdämpfen angeführt hat, deutlich hervor, dass selbst ein Thier, welches nur von Regenwasser und kochsalzfreien Pflanzen lebte, doch durch den Regen, welcher durch die stete Verdampfung des Meeres entstanden, eine nachweisliche Menge Kochsalz enthält, hinreichend mit diesem nothwendigen Material versorgt würde.

Liebig führt an, dass bei Stürmen von dem Meere nach dem Binnenlande hin die Blätter der Pflanzen oft 20—30 engl. Meilen weit mit Kochsalzkrystallen bedeckt gefunden werden; die Milliarden des alljährlich verdunsteten Seewassers müssen nach ihm eine entsprechende Menge Kochsalz dem festen Lande zuführen; der Salinendirector *Wilhelmi* hat, wie *Liebig* referirt, gefunden, dass von einem Gradirgebäude in eine Entfernung von 1200 Schritten Kochsalz mit den Wasserdämpfen fortgeführt und auf verschiedenen Gegenständen abgelagert werde.

Nur der Curiosität halber erwähnen wir, dass man die Meinung

1) *Liebig*, organische Chemie 1840. S. 103.

nicht absurd gefunden hat, der Kochsalzgehalt des Magensaftes rühre von der Secretion der Thränendrüsen her.

Kohlensaures Natron.

Dieses Salz findet sich zwar nicht selten in der Asche verbrannter thierischer Körper; allein es ist wohl meistens aus Verbindungen des Natrons mit organischen Stoffen, insbesondre mit Milchsäure entstanden. Indessen findet sich nach den zuverlässigsten Experimentatoren kohlensaures Natron im Blute neben dem eiweisssauren Natron, so wie nach *Marchand* und *Colberg*[1]) auch in der Lymphe. Auch im Harn der pflanzenfressenden Thiere kommen neben den grossen Mengen kohlensauren Kalks geringere Mengen kohlensauren Natrons vor.

Lecanu[2]), *Mitscherlich, Tiedemann* und *Gmelin*[3]) behaupten, in gesundem Blute kohlensaures Natron gefunden zu haben. *Marcet*[4]) fand im Blutserum 0,165 % kohlensaures Natron. *Brande*[5]) fand im Kuhharn 0,4 % kohlensaure Alkalien, *Fourcroy* und *Vauquelin*[6]) im Pferdeharn 0,9 % kohlensaures Natron. Auch im Harn der pflanzenfressenden Thiere ist das kohlensaure Natron mit Bestimmtheit nachgewiesen worden; man kann sich leicht von dessen Gegenwart im Pferdeharn überzeugen, wenn man, nachdem durch gelindes Erwärmen des Harns die freie Kohlensäure entwichen, und der kohlensaure Kalk präcipirt worden ist, die Flüssigkeit filtrirt und mit einer Säure versetzt.

Der Zweck, welchen die Natur bei Bildung des kohlensauren Natrons im Blute verfolgt, scheint wohl vorzüglich dahin zu gehen, den Faserstoff im Blute vor zu schneller Gerinnung zu schützen; wenigstens deutet gerade hierauf die längst bekannte Erfahrung hin, dass die Gerinnung des Blutes durch Anwendung von kohlensauren Alkalien, wo nicht ganz verhindert, doch sehr verlangsamt wird. Andererseits wirkt das kohlensaure Natron auch wohl indirect auf Erhaltung der gehörigen Constitution des Blutes hin.

1) *Marchand* und *Colberg*, Poggend. Annal. Bd. 43. S. 265.
2) *Lecanu*, études chimiques sur le sang humain, Paris 1837.
3) *Tiedemann* und *Gmelin*, a. a. O.
4) *Marcet*, Schweig. Journ. Bd. 10. S. 151.
5) *Brande*, Gmelin's Chemie. Bd. 4. S. 1427.
6) *Fourcroy* und *Vauquelin*, Schweig. J. Bd. 2. S. 438.

Das Eiweiss ist im Blute stets mit Natron verbunden, ja dasselbe scheint ohne das letztere gar nicht bestehen zu können; *Bird*[1]) hat nun auch nachgewiesen, dass das Eiweiss im Stande sei, das kohlensaure Natron zu zersetzen; es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass das Eiweiss durch das kohlensaure Salz mit Natron versehen werde.

Es ist nicht zu bezweifeln, dass dem Blute von verschiedenen Seiten her und durch verschiedene Processe freie Säure zugeführt wird, insbesondre Milchsäure, wenn auch nicht durch den Respirationsprocess, wie *Mitscherlich*, *Tiedemann* und *Gmelin* anzunehmen geneigt sind. Wie leicht diese Säure überhaupt entstehe, darüber wird ausführlich unter dem Artikel: Milchsäure selbst die Rede sein. Das kohlensaure Natron im Blute scheint zum Theil auch den Nutzen zu haben, dass es die durch den Umwandlungsprocess in den Haargefässen oder in einzelnen Organen entstandene Milchsäure sättigt, und so den nur in Krankheiten beobachteten Fall einer sauren Reaction und damit verbundenen Zersetzung des Blutes hindert. Bekannt ist aber, dass sich im Blute nicht geringe Mengen milchsaurer Alkalien vorfinden, obgleich deren stets durch den Urin aus dem thierischen Organismus entfernt werden.

Was die Entstehung des kohlensauren Natrons im Blute und in der Lymphe anlangt, so ist dieselbe sehr leicht erklärlich, wenn wir des oben erwähnten Oxydationsprocesses des Blutes durch die Lungen eingedenk sind. Es ist zwar eine bekannte Erfahrung, dass organischsaure Salze durch vollkommne Verbrennung sowohl als durch allmählige Oxydation oder Verwesung in kohlensaure Salze verwandelt werden; allein diess könnte uns nur eine Muthmassung rücksichtlich der Entstehung des kohlensauren Natrons im Blute geben, wenn uns nicht *Wöhler's*[2]) schöne Versuche mit Bestimmtheit lehrten, dass alle organischsauren Salze sich im Blute und Urin als kohlensaure Salze wiederfinden. Dazu kommt, dass *Fremy* und *Pelouze* neuerlich gezeigt haben, dass pflanzensaure Alkalien sich in Berührung mit thierischen Häuten bei Zutritt der Luft in kohlensaure Salze umwandeln. Diesen Versuchen

1) *Bird*, Lond. and Edinb. Philos. Magaz. T. 10. p. 84.

2) *Wöhler*, Tiedemann's Zeitschr. f. Physiol. Bd. 1. S. 125 u. 290.

zufolge dürfte daher wohl die Bildung des kohlensauren Natrons aus den Verbindungen des Natrons mit organischen Säuren bei dem Oxydationsprocesse des Blutes so wie sein Uebergang in die Lymphe in der That ausser allem Zweifel gesetzt sein. Das Vorkommen dieses Salzes in dem Harne der Herbivoren ist demnach ebenfalls leicht erklärt, indem gerade die Vegetabilien oft sehr reich an organischsauren Salzen sind, die sich eben wegen des Gehalts so starker Basen bei reichlichem Sauerstoffzutritt um so leichter in Carbonate verwandeln.

Phosphorsaures Natron.

Dieses Salz findet sich vorzüglich im Blute und in der Milch in nicht geringer Menge; man hat es auch in den meisten thierischen Flüssigkeiten gefunden; in sehr grosser Menge findet es sich im Harn; auffallend ist es dagegen, dass man im Magensafte kein phosphorsaures Natron gefunden hat.

Denis[1]) fand im Blute des Menschen 0,04 %, *Thénard*[2]) in der Galle 0,25 %, *Pfaff* und *Schwarz*[3]) in der Frauenmilch 0,04 %, in der Kuhmilch 0,0225 %, in der Milch einer Frau, welche bereits 14 Tage säugte, fand ich 0,029 %, in der einer säugenden Kuh 0,103 %, *Braconnot*[4]) im Fleische eines Ochsenherzen 0,15 %, *Marchand* im Serum 0,06 %, *Berzelius*[5]) im menschlichen Harn 0,294 % und *Hieronymi*[6]) im Harne reissender Thiere 0,802 % phosphorsaures Natron. In der Lymphe, so wie im Chylus ist von *Reuss* und *Emmert*[7]), *Tiedemann* und *Gmelin*[8]) ebenfalls phosphorsaures Natron gefunden worden.

Das stete Vorkommen des fraglichen Salzes in gewissen thierischen Flüssigkeiten, so wie sein gänzliches Fehlen im Magensafte scheint gerade darauf hinzudeuten, dass dasselbe nicht blos ein zufällig in den Körper gebrachter oder gebildeter Stoff ist, sondern dass es, wie namentlich sein reichliches Vorkommen in

1) *Denis*, Journ. de Ch. méd. Ser. IV. p. 191.
2) *Thénard*, N. Gehl. Journ. Bd. 4. S. 532.
3) *Pfaff* und *Schwarz*, Schweig. Journ. Bd. 8. S. 270.
4) *Braconnot*, Annal. de Ch. et de Phys. T. 17. p. 388.
5) *Berzelius*, Lehrb. d. Chemie. Bd. 9. S. 459.
6) *Hieronymi*, a. eben a. O. S. 460.
7) *Reuss* und *Emmert*, Scher. J. Bd. 5. S. 641.
8) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung. Bd. 2. S. 66.

der Milch und besonders in der Galle zeigt, von der Natur allerdings im thierischen Körper zu bestimmten Zwecken verwendet werden muss. Diese Zwecke selbst lassen sich indessen nur ungefähr errathen. Nach dem Vorkommen des phosphorsauren Natrons in der Milch zu schliessen, lässt sich allerdings denken, dass die Natur, welche schwefelsauren Salzen den Zutritt zur Milch nicht gestattete, dagegen die phosphorsauren Salze zur Ernährung der neugebornen Thiere für nothwendig fand. Vielleicht bezweckte die Natur damit, dass die in den Knochen des Fötus abgelagerten, mit Kohlensäure oder organischen Stoffen verbundenen Kalkmassen durch das hinzutretende neutrale oder sauer gewordene phosphorsaure Natron in Knochenerde verwandelt würden.

In der Galle findet sich eine solche Menge des fraglichen Salzes, dass dasselbe selbst noch eine besondre Function bei der Verdauung in den ersten Wegen zu haben scheint. Im zweiten Theile werden wir die Gründe zu entwickeln suchen, welche uns gegen die Ansicht der meisten Physiologen anzunehmen bestimmen, dass die Galle wesentlich zur Chylification beitrage. Wäre das phosphorsaure Natron sammt der Galle nur ein Excret, welches durch den Darmkanal aus dem Körper entfernt werden sollte, so müsste sich doch wenigstens etwas phosphorsaures Natron in den Excrementen wiederfinden; allein *Berzelius* hat in den festen Excrementen des Menschen zwar phosphorsaure Erden, aber kein phosphorsaures Alkali gefunden; selbst nach dem Genusse von grössern Mengen phosphorsauren Natrons war ich nicht im Stande eine Spur davon in den festen Excrementen nachzuweisen.

Ungefähr 8 Stunden nach dem Genusse von 2 Drachmen phosphorsauren Natrons bekam ich einen regelmässigen Stuhlgang, in welchem ich bei der Einäscherung nur phosphorsauren Kalk und Talkerde, aber keine Spur von phosphorsaurem Natron fand. Auf den Genuss einer halben Unze dieses Salzes hatte ich, wie gewöhnlich des Morgens einen ganz regelmässigen Stuhl, in welchem nicht mehr als 5 Gran von demselben Salze aufzufinden waren.

Aus diesen Versuchen leuchtet ein, dass das in den Darmkanal gebrachte phosphorsaure Natron resorbirt wird, und dass das mit der Galle ausgeschiedene durchaus nicht als excrementitiel

anzusehen ist. Welcher Art nun aber die Wirksamkeit dieses Salzes bei der Chylification sei, lässt sich zur Zeit kaum muthmassen, da uns alle Beobachtung oder Andeutung hierüber fehlt.

Das phosphorsaure Natron wird zum Theil dem Körper von aussen zugeführt, zum Theil aber auch im Körper selbst erst erzeugt. Freie Phosphorsäure, phosphorsaures Kali und phosphorsaures Natron hat man bereits in vielen Pflanzen gefunden, und zwar namentlich in solchen, die den Thieren und Menschen als Nahrungsmittel dienen, und überdiess in solchen Mengen, dass davon das im Blute vorkommende phosphorsaure Natron recht gut abgeleitet werden kann.

Im Weizenmehl von Odessa fand *N. E. Henry*[1]) phosphorsaures Natron mit sehr überschüssiger Phosphorsäure; in den Kartoffeln kommt nach *Einhof* neben phosphorsauren Alkalien freie Phosphorsäure vor. *John*[2]) hat dasselbe Vorkommen in den Gurken nachgewiesen. In den meisten Papilionaceen, so wie in den Samen vieler andern Pflanzenfamilien, hat man phosphorsaure Alkalien und sauren phosphorsauren Kalk gefunden[3]).

Wird daher dem thierischen Körper auch nicht immer reines phosphorsaures Natron zugeführt, so ist wenigstens aus diesen Nachweisungen zu ersehen, wie leicht sich bei dem häufigen Vorkommen von Kochsalz im Thierkörper aus jenen Körpern phosphorsaures Natron bilden könne. Hauptsächlich wird indessen das phosphorsaure Natron im Thierkörper auf die Art gebildet, dass bei dem Stoffwechsel in den Haargefässen die unbrauchbar gewordenen eiweissartigen Theile durch den im Blute stets enthaltenen freien Sauerstoff so oxydirt werden, dass der Phosphor und Schwefel des Eiweisses und Faserstoffs sich in die entsprechenden Säuren verwandeln; bekanntlich fehlt es nun aber im Blute und in der Lymphe nie an kohlensaurem Natron, mit welchem sich die gebildete Phosphorsäure vereinigen kann. Hieraus lässt sich nicht bloss die geringere Quantität des im Blute und in der Lymphe vorkommenden Natronphosphats erklären, sondern auch ganz einfach darthun, warum dasselbe sich gerade in so grosser Menge im Urin

1) *Henry*, Journ. de Pharm. T. 8. p. 51.
2) *John*, Schweig. Journ. Bd. 9. S. 34.
3) S. Gmelin's Handb. d. Ch. Bd. 2. S. 1260.

vorfindet. Es ist Thatsache, dass der Thierkörper durch den Harn mehr phosphorsaures Natron abgiebt, als ihm nur irgend durch die Nahrungsmittel zugeführt werden kann; dieses Salz ist daher sicherlich grossentheils Excretionsproduct, entstanden aus den unbrauchbar gewordenen, phosphorhaltigen Theilen des thierischen Organismus. Das von der Leber abgesonderte Phosphat ist daher gewiss auch meist auf diese Weise entstanden, wird aber von der Natur vor seiner völligen Ausscheidung durch die Nieren zu andern Zwecken benutzt.

Wir finden die Bildung der Phosphorsäure und Schwefelsäure in den Haargefässen wahrscheinlicher als in den Lungen, insofern wir die Lungen nur für das Organ ansehen, durch welches, wie durch den Mund die festen und flüssigen, nur die gasförmigen Nahrungsmittel aufgenommen, und, wie durch den Mastdarm die festen und die Nieren die flüssigen, so die gasförmigen Zersetzungsproducte ausgegeben werden. Weiter motivirt wird man diese Meinung im zweiten Theile dieses Werks finden.

Chlorcalcium.

Dieser Körper findet sich nur in erheblichen Mengen im Magensafte so wie auch im Speichel.

Tiedemann und *Gmelin*[1]), so wie auch *Braconnot*[2]) fanden sehr viel Chlorcalcium im Magensafte der Hunde. *Berzelius*[3]) hat auch im Magensafte des Menschen Chlorcalcium nachgewiesen; *C. G. Mitscherlich*[4]) fand in der Asche menschlichen Speichels 0,18 % Chlorcalcium.

Welchen Nutzen das, wie es scheint, constant im Magensafte vorkommende Chlorcalcium habe, ist noch nicht ermittelt worden. Meine in dieser Rücksicht angestellten Versuche haben mich zu keinem bestimmten Resultate geführt. Die hervorstechenste Eigenschaft des Chlorcalciums ist seine grosse Verwandtschaft zum Wasser; vielleicht trägt diese viel dazu bei, dass der Magensaft ausserhalb des Körpers so lange Zeit ohne Zersetzung aufbewahrt werden kann; doch übergehen wir alle Muthmassungen,

1) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung. Bd. 1. S. 260.
2) *Braconnot*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 59. p. 348.
3) *Berzelius*, Jahresbericht 16. Jahrg. 1837. S. 379.
4) *Mitscherlich*, Pogg. Ann. Bd. 26. S. 320.

die wir etwa über die Wirksamkeit des Chlorcalciums im Magensafte hegen, als blosse Hypothesen.

Wie der Nutzen so ist auch die Entstehung des Chlorcalciums noch in Geheimniss gehüllt; indessen ist nicht zu bezweifeln, dass es durch reinen Chemismus aus irgend einem Chlormetall und einem Kalksalze gebildet wird; es ist aber auch nicht etwa eine reine Nervenkraft, welche das Chlorcalcium entstehen lässt, wenigstens fand ich bei einem Versuche, welcher im zweiten Theile ausführlicher beschrieben werden soll, dass auch nach Unterbindung und Durchschneidung des Vagus ein Magensaft abgesondert wurde, welcher unter den übrigen Bestandtheilen auch etwas Chlorcalcium enthielt. Da im übrigen Körper Chlorcalcium entweder gar nicht oder nur in höchst geringen Mengen vorkommt, so müssen allerdings Kräfte obwalten, welche das Chlorcalcium, das in geringen Mengen dem Körper z. B. durch das Trinkwasser zugeführt wird, entweder im Magen sich ansammeln, oder aus andern Chlor- und Kalkverbindungen entstehen lassen; wir können diese Kräfte immerhin Lebenskräfte nennen, da wir dieselben nicht kennen; aber aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff oder sonstigen Grundlagen des organischen erzeugen auch diese Lebenskräfte das Chlorcalcium nicht.

Chloreisen.

Das Chloreisen schliesst sich füglich dem Chlorcalcium an, da es, wie dieses, auch nur im sauren Magensafte der Hunde und Menschen von *Braconnot* [1]) und *Berzelius* [2]) gefunden worden ist.

Braconnot erhielt aus dem Magensafte eines Hundes auf Zusatz von Kaliumeisencyanür allmählig einen blaugrünen Niederschlag, woraus er schliesst, dass das Eisen als Chlorid im Magensafte enthalten sei; *Berzelius* dagegen ist der Meinung, dass das Eisen als Chlorür wenigstens im Magensafte des Menschen aufgelöst sei, da er fand, dass durch Kaliumeisencyanid sogleich, durch Kaliumeisencyanür aber erst nach längerer Zeit ein blaugrüner Niederschlag entstand. Meine Versuche, die ich mit dem Magensafte von Hunden

1) *Braconnot*, a. a. O.
2) *Berzelius*, a. a. O.

und Kaninchen anstellte, zeigen, dass auch im Magensafte dieser Thiere das Eisen nicht als Chlorid, sondern als Chlorür enthalten ist.

Schon das blosse Vorkommen des Eisenchlorürs im Magensafte spricht dafür, dass dasselbe dort bestimmten Zwecken vorstehen müsse; indessen dürfte es doch nicht gleich dem Chlornatrium und Chlorcalcium zur Auflösung der Nahrungsmittel verwendet werden; sondern es dient vielleicht theils dazu, der freiwilligen Zersetzung der Speisen im Magen Einhalt zu thun, indem es wegen seiner Verwandtschaft zum Sauerstoff sowohl als zu organischen Körpern selbst die Bedingungen der Fäulniss und Verwesung aufhebt, theils aber auch dazu, um schon vorläufig im Magen mit einzelnen Stoffen verbunden zu werden, welche dann im weitern Verlaufe der Metamorphose im Darmkanal und besonders in den Lymphgefässen und dem Blute in die bekannten eisenhaltigen Stoffe umgewandelt werden.

So gering auch die Quantität des im Magensafte enthaltenen Eisenchlorürs ist, so dürfte man doch nicht annehmen können, dass dieses als solches mit den festen Nahrungsmitteln oder den Getränken dem Organismus zugeführt werde. Von seiner Entstehung gilt daher dasselbe, was wir oben vom Chlorcalcium angeführt haben. Ueber die Art und Weise, wie das Eisen überhaupt aus der todten Natur in den thierischen Organismus gelangt, ist weiter unten das Nähere angeführt worden.

Eisen.

Es ist durchaus noch nicht entschieden, ob das Eisen immer im oxydirten Zustande in den Theilen des thierischen Körpers vorkomme, von denen es einen wesentlichen Bestandtheil ausmacht, wie im Blutpigmente, in der Lymphe, im Chylus, in den Haaren, in dem schwarzen Pigmente des Auges u. s. w. In diesen Stoffen kann das Eisen ebensogut regulinisch enthalten sein, wie im Kaliumeisencyanid. Vielen Gelehrten dünkt es zwar sehr glaublich, dass in dieser oder jener der fraglichen Substanzen das Eisen als Oxyd oder Oxydul enthalten sei, und dass ihm besonders die Pigmente ihre Farbe und Farbenveränderungen verdanken; allein abgesehen davon, dass die Frage, warum ein Körper gerade die Farbe und keine andre habe, an sich eine höchst müssige ist, die

Farbe aber überhaupt von der chemischen Beschaffenheit gar nicht abhängig ist, und deshalb daraus nicht auf das Oxydirtsein eines Elementes geschlossen werden kann: so zerfällt der ganze Streit über die Frage, ob das Eisen in den organischen Körpern oxydirt enthalten sei, oder wie der Phosphor und Schwefel im Eiweiss elementar mit den organischen Radicalen verbunden, sobald wir *Liebig's* Ansicht von der Zusammensetzung organischsaurer Salze auch auf diese Verbindungen organischer Materien mit Eisen übertragen. Wollen wir auch nicht so unerschütterlich consequent wie *Graham* die Hypothese *Davy's* von den wasserhaltigen Säuren und deren Salzen auf die anorganische Chemie übertragen, so müssen wir doch den von *Liebig* angeführten Gründen für die Ansicht, dass die organischen Säuren Wasserstoffsäuren seien und bei ihrer Vereinigung mit basischen Oxyden Wasser und Verbindungen von organischem Radical mit Metall bilden, gewiss sehr hohe Wahrscheinlichkeit beimessen. Folgen wir dieser Ansicht, so würde selbst in dem Falle, dass es gelänge, aus Eisenoxyd und einem organischen Körper ein solches Pigment herzustellen, diess kein Beweis sein, dass oxydirtes Eisen in dem Pigmente selbst enthalten sei; man würde dieser Ansicht zufolge annehmen müssen, dass der organische Stoff gewisse Aequivalente Wasserstoff ausserhalb des Radicals enthalte, die, beim Zusammentreffen mit oxydirtem Eisen, mit dem Sauerstoff des letztern Wasser bilden und durch das reducirte Eisen im Radical ersetzt werden würden.

An diesem Orte sollte indessen nur vorläufig der Art des Vorkommens von Eisen im thierischen Organismus Erwähnung gethan werden; denn es wird von denjenigen anorganischen Elementen, welche mit rein organischen Stoffen chemisch verbunden sind (wie Schwefel, Phosphor, Kalium, Natrium, Calcium), unter den dieselben betreffenden Artikeln ausführlich die Rede sein. Es wurde dem Eisen hier eine Stelle nur deshalb angewiesen, weil dasselbe im thierischen Organismus allerdings zuweilen als Oxydul an Phosphorsäure gebunden vorkommt, wie in den Knochen, in der Milch, im Harn, in hydropischen Flüssigkeiten, in der Galle und selbst zum Theil im Blute. Oft erhalten wir jedoch auch bei der chemischen Analyse der organischen Substanzen phosphorsaures Eisenoxyd, welches gewiss erst durch Oxydation aus Phosphor

und Eisen oder phosphorsauren Salzen und neugebildetem Eisenoxyd erzeugt worden ist, wie beim Gehirn, der Lymphe und Galle.

In dem Hämatin von Menschenblut fand *Lecanu* im Mittel von 4 Analysen 6,934 % Eisen, in dem des Rindsbluts 8,896, und in dem des Hühnerbluts 5,78 %. *Mulder*[1]) fand im Hämatin des Rindsbluts als Mittel von 2 Versuchen 6,62 % Eisen. In dem Augenschwarz wurden von mir 0,254 % Eisen gefunden. In den dunklern Haaren findet sich nach *Vauquelin*[2]) mehr Eisen als in den lichtern. *Hünefeld*[3]) hat im Blute phosphorsaures Eisenoxyd gefunden. In dem Chylus sind von *Tiedemann* und *Gmelin*, in der Lymphe von *Marchand* und *Colberg*[4]), in dem Schweisse von *Thénard* und *Anselmino*, in hydropischen Flüssigkeiten von *Marcet*, im Harn von mir häufig Spuren von Eisenoxyd nachgewiesen worden. *Wurzer*[5]) und *Braconnot*[6]) fanden Eisen im Bodensatze eines Harns; Harnsteine, welche Eisenoxyd und phosphorsaures Eisenoxyd enthielten, sind von *Wurzer*, *Fromherz*, *Brugnatelli* und *Alemanni*[7]) untersucht worden. In der Frauenmilch fand *Schwarz*[8]) 8,0007 % phosphorsaures Eisenoxyd, in der Kuhmilch 0,0032 %. In der gesunden Galle hat schon *Thénard*[9]) die Gegenwart des Eisens nachgewiesen; in der Galle eines an Icterus Verstorbenen fand *Bizio*[10]) 0,332 % Eisenoxyd, in mehrern Gallensteinen *Marx*, *Bally*, *Henry*, *Wurzer*, *John* und *Joyeux*[11]). In den Knochen sind Spuren von Eisen durch *Berzelius*[12]), in den Knorpeln durch *Fromherz* und *Gugert*[13]) nachgewiesen worden; dieser Eisengehalt dürfte jedoch, so wie der durch *John*[14]) im Gehirn aufgefundene, von eingemengten Bluttheilchen herrühren. In einer Concretion im Auge fand *Wurzer*[15]) 0,9 % Eisenoxyd. Auch in der Asche entschweisster Wolle ist von *Chevreul*[16]) Eisenoxyd gefunden worden.

1) *Mulder*, Bulletin de Néerland 1839. S. 81.
2) *Vauquelin*, Ann. de Chim. T. 58. p. 41.
3) *Hünefeld*, Chemismus der thierischen Organisation §. 30.
4) *Marchand* und *Colberg*, a. a. O.
5) *Wurzer*, Schweig. Journ. Bd. 32. S. 470.
6) *Braconnot*, Ann. de Ch. et de Phys. T. 29. p. 252.
7) Vergl. *Gmelin's* Chemie. Bd. 2. S. 1423.
8) *Schwarz*, Schweig. Journ. Bd. 8. S. 270.
9) *Thénard*, N. Gehl. J. Bd. 4. S. 532.
10) *Bizio*, Schweig. Journ. Bd. 37. S. 110.
11) *Joyeux*, Journ. de Pharm. T. 13. p. 550.
12) *Berzelius*, Lehrb. d. Chemie. Bd. 9. S. 544.
13) *Fromherz* und *Gugert*, Schweig. Journ. Bd. 50. S. 187.
14) *John*, Schweig. Journ. Bd. 10. S. 156.
15) *Wurzer*, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 3. S. 38.
16) *Chevreul*, Comptes rendus 1840 prem. Lem. No. 16.

Die grosse Bedeutung des Eisens für den thierischen Organismus ist schon aus dem oben speciell nachgewiesenen Vorkommen desselben als integrirender Bestandtheil gewisser thierischer Substanzen und Flüssigkeiten zur Gnüge ersichtlich. Inwiefern das Eisen zur Färbung der Haare und Pigmente so wie deren übrigen Eigenschaften etwas beitragen mag, wird unter den auf diese Körper bezüglichen Artikeln noch besprochen werden. Hätten wir auch das Eisen nicht als so wesentliches Element eines der Hauptbestandtheile des Bluts erkannt, so würden wir doch die Wichtigkeit dieses Metalls für die ganze Organisation schon daraus abnehmen können, dass es sich constant in der Milch findet, in der Milch, einem durchaus vollkommnen Nahrungssafte, in welchem wir nicht leicht einen zufälligen Bestandtheil, nie einen überflüssigen Stoff aufgelöst oder abgelagert finden; die Natur sorgt dafür, dass dem Neugebornen durch die Milch nur reiner Nahrungsstoff zugeführt werde; wir sehen diess an dem völligen Mangel an schwefelsauren Salzen, so wie an der Schwierigkeit, mit welcher Arzneistoffe in die Milch übergehen. Das Vorkommen des Eisens in der Galle ist unbezweifelt; wagen wir nun auch nicht, wie *Schultz*[1]), anzunehmen, dass der Eisengehalt der Galle in einem bestimmten Bezug zu der Färbung der Haare und der Farbe des Augenpigments stehe, so ist es wenigstens nicht unwahrscheinlich, dass das mit der Galle in den Darmkanal ergossene Eisen bei der Chylification bereits Verbindungen mit organischer Materie eingehe, welche die Grundlagen für die eisenreichen Pigmente des Thierkörpers werden. Hierfür spricht wenigstens auch das Vorkommen des Eisens im Chylus und in der Lymphe.

Doch vorschnelle Schlüsse sind auch hier zu vermeiden, wie uns gerade das Beispiel des Eisens in Bezug auf den thierischen Organismus zeigt. Wie eben dargethan, findet sich nämlich Eisen auch im Harne, ein Zeichen, dass dem Organismus von aussen soviel von diesem Metall zugeführt wird, dass das Nichtgebrauchte oder Verbrauchte durch die Excretionsorgane (wie durch die Haut) wieder ausgeschieden wird.

Die Aerzte sind meistens der Meinung gewesen, dass die

1) *Schultz*, System der Circulation S. 326.

Chlorosis zugleich in einem eisenarmen Blute mit ihren Grund habe. Diese lang gehegte Meinung wird dadurch, wenn nicht völlig umgestossen, doch sehr wankend gemacht, dass mehrfache Versuche, welche ich mit dem Urin Chlorotischer anstellte, mich stets in demselben Eisen mit Bestimmtheit nachweisen liessen.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, wie sehr die Natur dafür gesorgt hat, dass dem thierischen Organismus mit den Nahrungsmitteln die gehörige Menge dieses so bedeutsamen Metalls zugeführt wird. Der Arzt weiss, wie grosse Mengen von Eisensalzen oft in Mineralwässern aufgelöst vorkommen; der einfachste Versuch lehrt, dass in jedem terrestrischen Wasser nicht eben zu geringe Quantitäten von Eisensalzen enthalten sind. Aber auch die vegetabilischen Nahrungsmittel führen dem Thierorganismus Eisentheilchen zu; wenig Pflanzenaschen werden sich finden, in denen nicht wenigstens Spuren von Eisen nachgewiesen werden könnten.

Bei der oben erwähnten Untersuchung der Asche von Roggenbrod fand ich in derselben 0,137 % Eisenoxyd, welches nicht durch unreine Reagentien oder Apparate der Asche beigemischt worden war.

Dritte Classe im Thierkörper vorkommender Mineralstoffe.

Chlorkalium.

Dieser Stoff ist in allen thierischen Flüssigkeiten gefunden worden, vorzüglich solcher Thiere, welche von Vegetabilien zum Theil oder hauptsächlich leben.

Seine Function ist keine andre und kann keine andre sein als die des Kochsalzes; diese Körper sind einander in chemischer und selbst in physischer Hinsicht so ähnlich, dass sich a priori bestimmen lässt, die Wirkung des Chlorkaliums auf den thierischen Organismus sei keine andre als die des Chlornatriums.

Bekannt ist, dass in den Pflanzen hauptsächlich Kalisalze, in den Mineralwässern meist Natronsalze vorkommen, deshalb

ist leicht einzusehen, woher die oft nicht unerheblichen Mengen Chlorkaliums in den thierischen Organismus gelangen.

Schwefelsaure Alkalien.

Schwefelsaures Kali, *Natron und Kalk* kommen in thierischen Flüssigkeiten nur in geringer Menge vor; in der Milch fehlen nach *Berzelius*[1]) und *Fr. Simon*[2]) die schwefelsauren Salze ganz; dasselbe hat *Berzelius*[3]) und *Braconnot*[4]) auch am Magensafte und ich an der Menschen- und Rindsgalle beobachtet. Hieraus geht recht deutlich hervor, dass diese Salze, welche doch dem Körper so häufig mit den festen und flüssigen Nahrungsmitteln zugeführt werden, zu keinem allgemeinern Zwecke von der organischen Natur verwendet werden. Wir finden dagegen diese Sulphate in weit grössern Mengen in den Excreten, als sie von aussen dem Organismus zugeführt werden. Daher dürfte wohl ein Theil dieser Sulphate aus seinen Elementen im thierischen Körper selbst erst gebildet werden. Seit *Mulder*[5]) den Schwefelgehalt der eiweisartigen Körper dargethan hat, kann es durchaus nicht mehr auffallend erscheinen, dass bei dem Stoffwechsel, der durch das Blut vermittelt wird, jene eiweissartigen Substanzen, welche, wie vorzüglich *Mulder*[5]) auch gezeigt hat, meist an alkalische Basen im Blute gebunden sind, durch den freien Sauerstoff des Bluts in schwefelsaure Alkalien und andre Zersetzungsproducte zerlegt werden. Die Bildung dieser Sulphate geschieht unstreitig nicht erst in den Nieren und andern Excretionsorganen (denn wo sollten diese den Sauerstoff zur Oxydation hernehmen?), sondern in den Capillargefäsen, am Heerde der Stoffmetamorphose selbst. Geschähe diese Oxydation, wie man sonst gewöhnlich annahm, in den Lungen, so ist wenigstens nicht klar, warum dort der Sauerstoff nicht noch weit mehr zerstörend auf die eiweissartigen, schwefelhaltigen Stoffe einwirke.

1) *Berzelius,* Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 695.
2) *Simon,* Frauenmilch S. 43.
3) *Berzelius,* a. a. O.
4) *Braconnot,* a. a. O.
5) *Mulder,* Ann. der Pharm. Bd. 27. S. 73 ff.

Nach der neuesten Analyse des Bluts von *Denis*[1]) findet sich im menschlichen Blute 0,08 $\frac{0}{0}$ schwefelsaures Kali und 0,08 $\frac{0}{0}$ schwefelsaures Natron; indessen dürfte hier der angegebene Gehalt an schwefelsauren Salzen vielleicht zu bedeutend sein, da sich dieselben unstreitig erst beim Einäschern des Bluts oder seiner Bestandtheile gebildet haben; wenigstens ist von *Marcet*, *Lecanu* und andern weit weniger Schwefelsäure im Blute aufgefunden worden. Es wird aber noch beim Harnstoff genauer nachgewiesen werden, wie schnell die Zersetzungsproducte oder unbrauchbar gewordenen Materien aus dem Blute entfernt werden; diess lehrt uns schon hier eine Vergleichung der Quantität der im Blute gefundenen und der im Urin vorkommenden Sulphate.

Nach den meisten Analysen der Galle findet man nicht eben sehr geringe Mengen von schwefelsauren Salzen angegeben; *Thénard*[2]) fand in der Ochsengalle nicht weniger als 0,10 $\frac{0}{0}$ schwefelsaures Natron und 0,15 $\frac{0}{0}$ schwefelsauren Kalk; allein ich fand nie schwefelsaure Salze in frischer Menschen-, Rinds- und Hirschgalle. Die Galle eines eben enthaupteten Menschen liess ich, gleich der eben getödteter Rinder und der eines Hirsches, in absoluten Alkohol fliessen; den Niederschlag behandelte ich dann mit einer geringen Menge 80procentigen Alkohols, dann mit 60 $\frac{0}{0}$, dann mit 25 $\frac{0}{0}$, und endlich mit Wasser, konnte aber in keiner der erhaltenen Lösungen die Gegenwart der Schwefelsäure nachweisen, selbst wenn ich, wie bei der Rindsgalle, sehr grosse Mengen der Untersuchung unterworfen hatte. Es gelang mir im Gegentheil nachzuweisen, dass in der Galle eine schwefelreiche Substanz enthalten sei, aus welcher beim Einäschern sich stets jene Sulphate erst erzeugen müssen.

C. G. Mitscherlich[3]) fand auch im Speichel des Menschen keine schwefelsauren Salze; im Speichel salivirender, welcher der Galle ähnlich behandelt wurde, konnte ich nie auch nur Spuren von Sulphaten auffinden. Daher dürften wohl auch die von *Tiedemann* und *Gmelin* im Speichel gefundenen Spuren von schwefelsauren Salzen erst das Product der chemischen Behandlung gewesen sein. Eine ähnliche Quelle haben wohl auch die in den Knochen, Knorpeln und andern eiweissartigen und leimgebenden Geweben des thierischen Körpers gefundenen Mengen von Sulphaten.

Hiernach dürfte die Meinung wohl hinlänglich motivirt sein, dass in den wesentlichen, constituirenden, flüssigen und festen Theilen des Thierkörpers kein Sulphat gefunden werde, und dass im Blute derartige Körper nur als Zersetzungsproducte oder zufällige zugeführte Substanzen anzusehen seien. Aber ebendeshalb müssen die

1) *Denis*, Journ. de Chim. méd. Ser. IV. p. 191.
2) *Thénard*, Berzelius Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 275.
3) *C. G. Mitscherlich*, Pogg. Ann. Bd. 26. S. 320.

flüssigen Excrete immer nicht unbedeutende Mengen an Sulphaten enthalten, da diese als dem Körper nicht zugehörige, fremdartige Theile alsbald aus demselben entfernt werden. Wir finden daher im Urin sehr viel an Basen gebundene Schwefelsäure; *Berzelius*[1]) fand in einem Harn, welcher 6,7 $\frac{0}{0}$ fester Bestandtheile enthielt 0,371 $\frac{0}{0}$ schwefelsaures Kali und 0,316 $\frac{0}{0}$ schwefelsaures Natron; was auf 100 Th. des festen Harnrückstands = 5,194 $\frac{0}{0}$ Schwefelsäure giebt.

Um wegen der verschiedenen Concentration des Harns bei meinen Analysen einen leichten Vergleich zu haben, stellte ich die procentische Zusammensetzung der Harnrückstände zusammen, und fand, dass die festen Rückstände des von mir im gesunden Zustande gelassenen Harns im Mittel 4,932 $\frac{0}{0}$ an Basen gebundener Schwefelsäure enthielten.

Der Harn, welcher bei einer dreiwöchentlichen, rein animalischen Kost von mir gelassen wurde, enthielt nicht nur, wie weiter unten ausführlich gezeigt wird, sehr grosse Mengen Harnstoff, ein Zersetzungsproduct jener eiweissreichen animalischen Nahrungsmittel, sondern auch eine grössre Menge Schwefelsäure als gewöhnlich; 100 Theile der festen Rückstände gaben im Mittel 5,731 Theile an Basen gebundener Schwefelsäure.

Eine auffallende Beobachtung dieser Art machte ich an einem Harne, welcher von mir gelassen wurde, nachdem ich eine Nacht hindurch gewacht, den darauf folgenden Tag 6 Meilen weit gegangen war und darauf einige Stunden geschlafen hatte; dieser Harn enthielt auf 100 Theile des festen Rückstandes 6,138 Theile Schwefelsäure; möglich ist es, dass dieser grosse Schwefelsäuregehalt des Harns von einem Trinkwasser, welches vielleicht reich an Sulphaten gewesen sein konnte, herrührte; doch dürfte wohl hierbei die Muthmassung sich unwillkührlich aufdrängen, dass jene Sulphate den durch die grosse körperliche Anstrengung im Organismus untauglich gewordenen und zersetzten eiweissartigen Substanzen ihre Entstehung verdankten, zumal da, wie unter dem Artikel: *Milchsäure* erwähnt wird, sich dieser Harn auch sehr reich an Milchsäure zeigte, wiewohl weniger an Harnstoff.

Im Schweisse hat *Anselmino*[2]) nur wenig Schwefelsäure gefunden. Im Menschenkothe ist nach *Berzelius*[3]) schwefelsaures Natron enthalten. Im Liquor Allantoidis einer Kuh fand *Lassaigne*[4]) viel schwefelsaures Natron.

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 459.
2) *Ansalmino*, Tiedemann's Zeitschr. f. Physiol. Bd. 2. S. 321.
3) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 345.
4) *Lassaigne*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 17. p. 303.

Kohlensaure Talkerde.

Dieses Erdsalz findet sich im thierischen Organismus nur selten und meist in höchst geringen Mengen; doch ist es nach *Berzelius*[1]) nicht unwahrscheinlich, dass die Talkerde in den Knochen nicht an Phosphorsäure, sondern an Kohlensäure gebunden vorkomme, und dass sich die phosphorsaure Talkerde erst durch die analytische Methode bilde. Unterstützt wird diese Ansicht dadurch, dass in vielen pathologischen Concrementen neben kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk kohlensaure Talkerde gefunden worden ist; indessen müsste wohl, wenn die Talkerde in den Knochen mit Kohlensäure verbunden wäre, erstere sich mit dem an Kohlensäure gebundenen Kalk durch verdünnte Essigsäure ausziehen lassen (was mir wenigstens nicht gelang).

Geiger[2]) theilt die Analyse eines Concrements mit, welches, nachdem es längere Zeit hindurch periodisches, einseitiges Kopfweh bedingt hatte, durch die Nase entleert worden war; dasselbe enthielt 76,7 % Mineralstoffe und darunter 8,3 kohlensaure Talkerde. *Fr. v. Esenbeck*[3]) fand im Inhalte einer vergrösserten Talgdrüse 1,6 %, *Wurzer*[4]) in einer Concretion in einem menschlichen Auge 1,1 % kohlensaure Talkerde; auch ich untersuchte ein ähnliches Concrement, welches einer verhärteten Balggeschwulst glich, und beim Einäschern neben phosphorsaurer Kalk- und Talkerde auch kohlensaure Salze derselben Basen lieferte. *Bley*[5]) hat steinige Concremente aus dem Peritonäo eines Menschen untersucht, welche 27,66 % kohlensaure Talkerde enthielten.

Sehr viel kohlensaure Talkerde findet sich im Harne pflanzenfressender Thiere und in den Harnsteinen derselben, wogegen nur höchst selten in den Harnsteinen von Menschen kohlensaure Talkerde gefunden wurde.

Der Harn von Rindern, Kameelen, Pferden, Nashörnern, Elephanten, Bibern und Kaninchen setzt nach den Beobachtungen von

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 545.
2) *Geiger*, Magazin für Pharm. Bd. 21. S. 247.
3) *Fr. v. Esenbeck*, Kastner's Archiv. Bd. 12. S. 460.
4) *Wurzer*, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 3. S. 38.
5) *Bley*, Arch. der Pharm. Bd. 20. S. 212.

Rouelle[1]), *Chevreul*[2]), *Vogel*[3]) und *Vauquelin*[4]) mit kohlensaurem Kalk auch kohlensaure Talkerde ab. Der schleimige Bodensatz eines diabetischen Pferdeharns enthielt nach *John*[5]) 10 % kohlensaure Talkerde. In dem Harnsteine eines Ochsen fand *Lassaigne*[6]) neben kohlensauren Kalk 4,8 %, in dem eines Pferdes *Wurzer*[7]) 4,06 %, *Wackenroder*[8]) 3,522 % kohlensaure Talkerde. Der von *Lindbergson*[9]) untersuchte Harnstein eines Menschen enthielt neben phosphorsaurer Kalk- und Talkerde 2,55 % kohlensaure Magnesia, während sich nur 3,14 % kohlensaurer Kalk darin fanden. *Bley*[10]) untersuchte zwei menschliche Harnsteine, wovon der eine 57,0 %, der andere 6,5 % kohlensaure Talkerde enthielt.

Es muss auffallend erscheinen, dass wir im Harne der Herbivoren so häufig kohlensaure Talkerde finden, während in den Pflanzen und besonders in den Gräsern die Magnesia fast nur an Phosphorsäure gebunden vorkommt. Wir können nun unmöglich annehmen, dass die phosphorsaure Talkerde, welche nach *Berzelius* bei Herbivoren leichter mit in die Körpermasse übergeht als bei Carnivoren, im Thierkörper selbst durch eine Desoxydation der Phosphorsäure ihres electronegativen Bestandtheils beraubt und dafür mit der schwächern Kohlensäure versehen werde, sondern das wahrscheinlichste ist wohl, dass der aus den Vegetabilien in den Thierkörper gebrachte pflanzensaure Kalk entweder im Blute oder in den Knochen sich mit der phosphorsauren Magnesia so zersetzt, dass Knochenerde in den Knochen abgelagert, die organischsaure Talkerde aber fortgeführt und in kohlensaure verwandelt wird. Für diese Meinung spricht nicht nur die Erfahrung, dass dem Thierorganismus aus dem Pflanzenreiche im Ganzen wenig bereits gebildeter phosphorsaurer Kalk, dagegen sehr viel pflanzensaurer, namentlich pectinsaurer Kalk zugeführt wird, son-

1) *Rouelle*, Journ. de Médec. T. 40.

2) *Chevreul*, Ann. de Chim. T. 67. p. 294 et 528.

3) *Vogel*, Schweig. Journ. Bd. 19. S. 156 und 162.

4) *Vauquelin*, Schweig. Journ. Bd. 5. S. 177.

5) *John*, Chem. Schriften. Bd. 6. S. 162.

6) *Lassaigne*, Annal. de Chim. et ed Phys. T. 9. p. 324 et T. 22. p. 440. et Journ. de Ch. méd. 2 Ser. IV. p. 49.

7) *Wurzer*, Schweig. Journ. Bd. 8. S. 65.

8) *Wackenroder*, Ann. d. Pharm. B. 18. S. 159.

9) *Lindbergson*, Schweig. Journ. B. 32. S. 429.

10) *Bley*, Buchner's Repert. 2te Reihe Bd. 2. S. 165.

dern auch *Valentin's* Beobachtung, dass bei der Knochenbildung in den Knorpeln zuerst organischsaurer Kalk abgelagert wird; wenigstens lässt sich sonst der Mangel aller phosphorsauren Salze im Harn pflanzenfressender Thiere kaum erklären.

In der Eierschaale der Vögel findet sich neben dem kohlensauren Kalk kohlensaure Magnesia, welche beim Bebrüten des Eies mit ersteren in das Ei selbst eindringt und in den Körper des Thiers aufgenommen wird; wenigstens deuten die von *Prout* [1]) und *Lassaigne* [2]) über die chemischen Umwandlungen beim Bebrüten angestellten Untersuchungen darauf hin.

Beim Kochen eines Eis in Wasser geht von der Schaale ausser dem kohlensauren Kalk auch kohlensaure Talkerde in das Wasser über, wie *Prout* gezeigt hat.

Auch in der Linse eines Bären fand *Wurzer* [3]) 3,6 $\frac{0}{0}$ kohlensaure Talkerde.

Mangan.

Dieses Metall findet sich nur äusserst spärlich im thierischen Organismus; doch ist es nicht blos deshalb neben dem Eisen übersehen worden, sondern auch darum, weil man gar nicht nach demselben forschte. Das Mangan ist, wie bekannt, im Mineralreiche ein immerwährender Begleiter des Eisens; es wird daher dem Eisen auch in das Pflanzen- und Thierreich folgen. Man hat es indessen bisher nur in den Haaren und in einigen pathologischen Concrementen nachzuweisen vermocht.

Vauquelin [4]) war es, der zuerst in den Haaren Spuren von Mangan nachwiess. *Bley* [5]) hat menschliche Gallensteine untersucht, in denen er 0,3 $\frac{0}{0}$ Manganoxydoxydul fand. *Wurzer* [6]) und *Bucholz* [7]) entdeckten in den Harnsteinen der Rinder und Pferde Spuren von Mangan; *Wurzer* [8]) im grauen Staar eines Bären Mangan mit Eisen (0,4 $\frac{0}{0}$).

1) *Prout*, Schweig, Journ. Bd. 38. S. 60.
2) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 10. p. 193.
3) *Wurzer*, Ann. der Pharm. Bd. 13. S. 93.
4) *Vauquelin*, Ann. de Chem. T. 58. p. 41.
5) *Bley*, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 1. S. 115.
6) *Wurzer*, N. Journ. v. Tromsd. Bd. 2. S. 204.
7) *Bucholz*, Gmelin's Chem. Bd. 2. S. 1429.
8) *Wurzer*, Ann. der Pharm. Bd. 13. S. 93.

Das Mangan wird unstreitig dem Thierorganismus nur zufällig zugeführt, kann aber in demselben zum Theil die Stelle des Eisens vertreten, ganz so wie wir finden, dass in vielen Mineralien Eisenoxydul durch Manganoxydul, Eisenoxyd durch Manganoxyd ersetzt wird; diese Körper sind noch dazu in krystallographischer Hinsicht isomorph, während wir im Pflanzenreiche Beispiele genug finden, wo sich Körper, die nur durch eine einzige Haupteigenschaft ähnlich sind, sich gegenseitig ersetzen können. *Liebig* hat gezeigt, dass Kali und Natron zum Theil durch Kalk, ja sogar durch Pflanzenalkaloide ersetzt werden können, wie die Vergleichung der Zusammensetzung der meisten alkaloidhaltigen Vegetabilien lehrt. Im Opium ersetzen sich Mekonsäure und Schwefelsäure in ihren Kalksalzen. Es geht hieraus hervor, dass das Mangan wohl nur zufällig in den Organismus gebracht wird, dass es aber daselbst recht gut die Function des Eisens wird theilweise übernehmen können.

Kieselsäure.

Dieser starre, unlösliche Körper findet sich nur in höchst geringen Quantitäten in den festen und flüssigen Theilen des thierischen Körpers vor. Obgleich die Kieselerde durch den Genuss von Quellwässern und verschiedenen vegetabilischen Nahrungsmitteln in grössrer Menge, als mancher andre Mineralkörper, in den Darmkanal gebracht wird, so wird dieselbe entweder gar nicht von den Saugadern oder Venen des Darmkanals resorbirt, oder alsbald aus der Säftemasse durch die Nieren wieder entfernt. Man hat sie jedoch in einigen festern Theilen des Thierkörpers z. B. in den Haaren und den Knochen in bemerkbaren Mengen abgelagert gefunden.

Nach dem Genusse einer künstlich bereiteten Kieselsäurelösung fand ich die Kieselsäure, welche durch Alkali in Lösung gebracht worden war, im isolirten Zustande im Kothe wieder, konnte jedoch im Harn nur höchst geringe Mengen von Kieselsäure entdecken, obgleich ich sehr grosse Mengen Harn der Untersuchung unterworfen hatte. Obgleich die löslichen Substanzen, welche in den Körper gebracht worden sind, meist durch den Harn entfernt zu werden pflegen, so scheint doch hier vielleicht durch die freie Säure des Magens und Darmkanals die Kieselsäure von dem Alkali getrennt und unlöslich gemacht worden zu sein, so dass dieselbe demnach mit den

festen Excrementen entfernt wurde. Das gewöhnliche Roggenbrot enthält Kieselsäure, daher *Berzelius*[1]) nach dem Genusse desselben 1,016 ‰ Kieselsäure im Kothe fand. Es versteht sich dagegen von selbst, dass die Kieselsäure der Nahrungsmittel, welche meist in der Pflanzenfaser abgelagert ist, sich zugleich mit dem unverdaulichen Faserstoffe in den festen Excrementen wieder finde. Deshalb fand *Zierl*[2]) im Kothe der Kühe 4,4 ‰ und in dem der Schafe 6,0 ‰, in dem der Pferde 4,6 ‰ Kieselerde. In den Darmconcretionen der pflanzenfressenden Thiere findet sich deshalb auch weit häufiger Kieselsäure als in denen der Menschen; doch hat *Braconnot*[3]) in der durch Brechen entleerten Darmconcretion eines an Amenorrhöe leidenden Mädchen 0,5 ‰ Kieselsäure gefunden.

Im menschlichen Harn hat *Berzelius*[4]) zuerst Spuren von Kieselsäure nachgewiesen, die sich wohl immer im Urin finden; wenigstens gelang es mir auch im Harne Diabetischer, welche hauptsächlich durch Animalien genährt wurden, ebensogut wie im Harne Gesunder Spuren von Kieselsäure nachzuweisen, welche ihren Ursprung weder in unreinen Reagentien noch in den angewendeten Gefässen hatte.

Immer scheint jedoch die in die Blutmasse übergegangene Menge von Kieselsäure höchst gering zu sein; denn abgesehen von dem eben angeführten Versuche mit kieselsaurem Kali lässt sich diess auch daraus schliessen, dass die Kieselsäure ein ziemlich seltner Bestandtheil der menschlichen Harnsteine ist. *Fourcroy* und *Vauquelin*[5]) haben diese Substanz nur zweimal bei ihren Untersuchungen über die menschlichen Harnsteine gefunden. *Venables* fand im Harngriese einer Frau Kieselerde. *De Koninck* hat einen Harnstein analysirt, welcher 0,356 ‰ Kieselerde enthielt. In dem Harnsteine eines Ochsen will *Wurzer*[6]) 38,2 ‰ Kieselsäure gefunden haben.

Berzelius fand in den Knochen und Zähnen der Menschen keine Kieselsäure, doch haben *Fourcroy* und *Vauquelin*[7]) in den Knochen des Ochsen, *Marchand* in den Knochen von Squalus cornubicus, *Lassaigne*[8]), *Brandes*[9]), *Abjohn* und *Stokes*[10]) in fossilen Thierknochen Kieselsäure aufgefunden.

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 346.
2) *Zierl*, Kastn. Arch. Bd. 2. S. 476.
3) *Braconnot*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 20 p. 194.
4) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 433.
5) *Fourcroy* und *Vauquelin*, Alt. Gehl. Journ. Bd. 2. S. 352.
6) *Wurzer*, Schweig. Journ. Bd. 36. S. 321.
7) *Fourcroy* und *Vauquelin*, Ann. de Chim. T. 64. p. 190 et T. 72 p. 282.
8) *Lassaigne*, Schweig. Journ. Bd. 52. S. 141.
9) *Brandes*, Schweig. Journ. Bd. 32. S. 505.
10) *Stokes*, Phill. Ann. T. 11. p. 309.

In den Menschenhaaren will *Vauquelin*[1]) viel Kieselsäure gefunden haben; in entschweisster Schafwolle fand *Chevreul*[2]) 0,3 bis 0,5 Asche, in welcher etwas Kieselerde enthalten war.

Auch in zwei menschlichen Gallensteinen ist von *Pleischl*[3]) und von *Bley*[4]) Kieselsäure gefunden worden. Selbst im Speichel hat *C. G. Mitscherlich*[5]) 0,015 % Kieselsäure gefunden.

Thonerde.

Dieser Körper ist im gesunden Thierorganismus nirgends in bestimmbarer Menge aufgefunden worden.

In den menschlichen Knochen will *Vauquelin*[6]) Spuren von Thonerde entdeckt haben. *Lassaigne*[7]) fand in den Zähnen eines Anoplotherium 10 % Alaunerde. In den Rückenwirbeln eines am Montmartre im Gypse gefundenen Anoplotheriums konnte ich keine Spur von Alaunerde entdecken. *Braconnot*[8]) will dagegen im Horne eines fossilen Ochsen 0,7 % Alaunerde gefunden haben.

Das Fehlen der Thonerde im thierischen Organismus und selbst im Harne ist leicht daher zu erklären, weil die Thonerde sich so leicht mit organischen Substanzen und besonders mit den Bestandtheilen der Galle zu unlöslichen, nicht resorbirbaren Verbindungen vereinigt.

Nach dem Genusse von 3 Gramm basisch-schwefelsaurer Alaunerde, die ich in 48 Stunden zu mir nahm, konnte ich in dem ganzen gesammelten und eingedampften Urine keine Spur Alaunerde finden, wohl aber eine ziemliche Menge in der Asche der festen Excremente, Wie rein chemisch die Alaunerde auf die organischen Stoffe im Darmkanal wirken mag, geht wohl daraus hervor, dass ich in 14 Tagen der Verdauungsbeschwerden, die sich in Folge des Genusses dieser geringen Menge Alaunerde eingestellt hatten, nicht wieder ledig wurde, und dass die schwierig abgehenden, härtlichen, thonerdehaltigen Excremente in den ersten Tagen fast geruchlos waren. Die antiseptische Wirkung der Alaunerde zeigte sich demnach auch hier.

1) *Vauquelin,* Ann. de Chim. T. 58. p. 41.
2) *Pleischl,* Kastn. Arch. Bd. 8. S. 300.
3) *Bley,* Journ. f. prakt. Chem. Bd. 1. S. 115.
4) *Chevreul,* Comptes rendus 1840 prem. Lem. No. 16.
5) *C. G. Mitscherlich,* Pogg. Ann. Bd. 26. S. 320.
6) *Vauquelin,* Ann. de Chim. T. 47. p. 244.
7) *Lassaigne,* Schweig. Journ. Bd. 52. S. 141.
8) *Braconnot,* Journ. de Phys. T. 63. p. 97.

Arsen.

Dieser giftige Stoff ist in neuerer Zeit von *Orfila*[1]) als integrirender Bestandtheil der menschlichen Knochen nachgewiesen worden.

Schon *Couërbe* glaubte, dass bei der Fäulniss menschlicher Leichname sich Arsenwasserstoff entwickle. *Orfila* untersuchte daher in Gemeinschaft mit *Couërbe* alle Theile des menschlichen Körpers, und fand, dass das Blut und die Weichtheile des gesunden Körpers nicht die mindeste Spur davon enthielten, dass dagegen in den Knochen von Menschen, Hunden, Ochsen und Schafen das Arsen nachgewiesen werden könne, wenn man jene Theile mehrere Tage mit reiner Schwefelsäure digerirt, und die Flüssigkeit dann nach der Methode von *Marsh* prüft. Später hat auch *Devergie*[2]) den steten Gehalt der Knochen an Arsenik dargethan.

Gleich nach dem Bekanntwerden der Versuche *Orfila's* unterwarf ich alte Menschenknochen, welche schon lange Jahre unter der Erde gelegen hatten, der Prüfung auf Arsengehalt nach der von *Orfila* angegebenen Methode, konnte aber in diesen kein Arsenik auffinden; dagegen gelang es mir in den Knochen eines seit 8 Jahren aufbewahrten Hundeskelets, deutliche Spuren von Arsenik nachzuweisen; in den Knochen eines Anoplotherium fand ich keine Spur Arsenik.

Erweist sich durch fortgesetzte Untersuchungen der Arsengehalt der Knochen als constant, so möchte man fast glauben, dass die Natur mit Ablagerung des Arsens in den Knochen einen bestimmten Zweck verbunden habe. Erwägen wir jedoch, dass die Arsensäure der Phosphorsäure isomorphe Verbindungen eingeht, und dass daher leicht etwas Phosphorsäure durch Arsensäure in den Verbindungen vertreten werden könne, so wie wir diess z. B. im Grünbleierz finden: so ist die Ansicht gewiss nicht unwahrscheinlich, dass in der Knochenerde neben dem phosphorsauren Kalk ganz geringe Mengen von arsensaurem Kalk bestehen, welche dem Thierkörper zufällig mit dem phosphorsauren Kalk von aussen zugeführt worden sind. Dafür spricht nicht nur *Orfila's* Beobachtung, dass aus den Knochen das Arsen durch Wasser gar nicht, durch Alkalien nur schwer ausgezogen werden

1) *Orfila*, Ann. d'Hygieine publ. 1839. Oct. p. 482.
2) *Devergie*, Ann. d'Hyg. publ. 1840. Juill. p. 163.

könne, ziemlich leicht aber durch Schwefelsäure, sondern auch die Erfahrung, dass, wenigstens nach meinen Untersuchungen, jeder phosphorsaure Kalk Spuren von arsensauren Kalk enthalte, und dass nach *Orfila's* und *Devergie's* Versuchen das Arsen in der Erde sich stets mit Kalk zu verbinden pflegt.

Apatit von verschiedenen Fundorten, von Ehrenfriedersdorf, von Schlackenwalde, Joachimsthal, Breitenbrunn, St. Gotthardt und vom Greiner im Zillerthal, wurde fein geschlemmt mit arsenfreier Schwefelsäure digerirt, und dann die Flüssigkeit mit Wasser und arsenfreiem Zink in Berührung gebracht; auf diese Weise erhielt ich aus grössern Mengen von Apatit (20 Grammen) bald deutliche Spuren von Arsen, bald gut wägbare Mengen; im Phosphorit von Amberg liessen sich ebenfalls Spuren von Arsen nachweisen.

Nach dem eben angeführten ist es nicht schwer zu begreifen, wie eine so äusserst giftige Substanz, als das Arsen ist, in den Thierkörper gelangen könne; es wird zugleich mit den phosphorsauren Salzen aus dem Mineral- und Pflanzenreiche aufgenommen; es ist nicht giftig, nicht nur, weil seine Menge so äusserst gering ist, sondern auch, weil es fest mit andern Stoffen verbunden, wie im arsensauren Kalk oder im Alkargen vorkommt.

An Spuren von phosphorsaurem Kalk, so wie an phosphorsauren Salzen fehlt es an der Erdoberfläche durchaus nicht. Fast alle bis jetzt untersuchten Pflanzenaschen enthalten phosphorsaures Kali, Natron oder Kalk; die Pflanzen beziehen aber ihren Gehalt an Phosphor gewiss direct aus der Erdoberfläche, die durch stets fortwährende Verwitterung von Apatit (an der Oberfläche von Bleilagern liegenden) Grünbleierz und (die Oberflächen von Kieselschiefer fast überall überziehenden) Wawellit immer damit versehen wird. Ist nun, wie es fast nach dem Obigen scheint, Arsen ein eben so häufiger Begleiter des Phosphors, wie etwa das Mangan des Eisens, so lässt sich wohl annehmen, dass Arsen mit dem Phosphor aus dem Mineralreiche in das Pflanzenreich übergehe, und von dort in den thierischen Organismus und vorzugsweise mit dem phosphorsauren Kalk in die Knochen gelange.

Kupfer.

Dieses Metall ist, so wie zum Theil auch *Blei*, von *Devergie*[1]), *Lefortier*[2]) und *Orfila*[3]) auch im gesunden Körper als normaler Bestandtheil aller Weichtheile so wie des Bluts gefunden worden.

Devergie hat insbesondere die Eingeweide von 5 Individuen, theils Kindern, theils Erwachsenen untersucht und in allen ziemlich gleiche Mengen von Kupfer und Blei gefunden. Seine Untersuchungsmethode besteht kürzlich darin, dass er die wohl eingetrocknete thierische Substanz vollkommen einäschert, den in Wasser unlöslichen Theil der Asche in Salzsäure auflöst, und daraus durch Schwefelwasserstoff die Metalle fällt; die erhaltenen Schwefelmetalle löst er alsdann in Königswasser, setzt Schwefelsäure zu, und dampft ohne zu filtriren ab; aus dem Rückstand zieht er dann mit Wasser schwefelsaures Kupferoxyd aus, schwefelsaures Bleioxyd bleibt zurück.

Orfila will durch seine Versuche gefunden haben, dass essigsaures und schwefelsaures Kupferoxyd in den Magen oder ins Zellgewebe von Hunden gebracht, schon durch blosses Kochen mit Wasser aus Leber, Milz, Nieren, Lungen, Herz, kurz allen Organen ausgezogen werden könne, dass dagegen das normal im Körper befindliche Kupfer nur durch Einäscherung und Behandlung der Asche mit concentrirten Säuren dargestellt werden könne. *Grandoni*[4]) fand Spuren von Kupfer in der Milz. *Prichard*[5]) fand Kupfer im Schweisse bei einem 14 Jahr alten Mädchen.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass, wenn sich auch durch spätere Untersuchungen jener Gehalt der organischen Substanzen an Kupfer und Blei im normalen Zustande erweisen sollte, doch jene minutiösen Mengen dieser Metalle nicht als wesentliche Bestandtheile des thierischen Organismus anzusehen seien. Denn wie so viele Mineralsubstanzen in grössern oder geringern Mengen dem thierischen Organismus von aussen zugeführt, aber bald wieder durch die Excretionsorgane entfernt werden, so müssen auch, selbst wenn wir uns nicht so häufig blei- oder kupferhaltiger

1) *Devergie*, Bull. de thérapie T. 14. p. 241 et Ann. d'Hygiène 1840. Juill. p. 180.

2) *Lefortier*, a. e. a. O. p. 97.

3) *Orfila*, Mémoires de l'acad. roy. de médècine T. VIII. p. 522.

4) *Steffani Grandoni*, Ann. univ. di med. T. 91. S. 355.

5) *Prichard*, Berzel. Lehrb, d. Ch. Bd. 9. S. 395.

Gefässe zur Bereitung unsrer Nahrungsmittel bedienten, stets geringe Mengen jener Metalle, die überall an der Erdoberfläche in grössern oder kleinern Mengen verbreitet sind, ja selbst in mehrern Pflanzen als normal vorkommen, von den menschlichen und thierischen Organismen aufgenommen werden. Gerade diese Metalle werden aber schwieriger von dem Thierkörper wieder ausgeschieden, da sie so leicht mit den eiweissartigen Materien desselben unlösliche Verbindungen eingehen. Man würde auch diese Spuren im Körper nicht wieder finden, wenn sie, löslich bleibend, schnell mit den flüssigen Excrementen aus dem Körper entfernt werden könnten.

Bedenken wir, wie häufig selbst in der Ackererde, deren Mineralgrundlage nichts als verwitterte Gesteine sind, kleine Mengen von Schwefelkies, Kupferkies und Bleiglanz sich vorfinden, wie leicht diese an der Luft sich oxydirend verwittern, von dem Regenwasser aufgelöst, und den Flüssen oder Quellen zugeführt werden können: so sehen wir leicht ein, dass das Wasser sehr gewöhnlich gewisse Antheile von den Salzen solcher Metalle enthalten muss, diese Antheile aber so gering sind, dass wir dieselben durch unsre chemischen Reagentien nicht mehr darthun können.

Im Schlamme eines Sumpfes in der erz- und gebirgslosen Umgegend von Leipzig fand ich zufällig recht gut bestimmbare Mengen von Kupfer.

Kommt in der That das Kupfer wirklich so weit verbreitet in der Natur vor, so ist es auch nicht mehr wunderbar, warum *Meissner*[1]), *Bucholz*[2]), *Sarzeau*, *Boutigny*, *Herberger* und *Hünefeld*[3]) in so vielen Pflanzentheilen Kupfergehalt nachzuweisen vermochten.

Wir übergehen die Anführung andrer Mineralsubstanzen, die man im menschlichen Organismus gefunden haben will, wie Brom, Jod, Titan u. dergl., von welchen entweder das über das Kupfer, Mangan und die kohlensaure Kalkerde Gesagte gilt, oder welche blos zufällig einmal im thierischen Körper vorgefunden worden sind.

1) *Meissner*, Schweig. Journ. Bd. 14. S. 340 u, 436.
2) *Bucholz*, Taschenbuch 1817. S. 48.
3) *Hünefeld*, Journ. f. pr. Ch Bd. 16. S. 84.

Ammoniaksalze.

Diese Salze sind zwar von vielen Gelehrten in verschiedenen Theilen des thierischen Körpers gefunden worden, allein wenn wir auch ihr Vorkommen in den excernirten Flüssigkeiten nicht völlig in Abrede stellen wollen, so ist es dennoch als fast unzweifelhaft anzusehen, dass im thierischen Organismus selbst kein Ammoniaksalz erzeugt und in den belebten Theilen gefunden werde.

Im Schweisse, namentlich in dem der Achselhöhlen, ist das Vorkommen des Ammoniaks unbestritten. In dem Urin nimmt man es sicher in grössrer Menge an, als es wirklich darin enthalten ist. In den festen Excrementen, welche eigentlich schon in Zersetzung begriffene Körper sind, und die sehr bald an der Luft Ammoniak entwickeln, nimmt auch *Berzelius*[1]) kein kohlensaures Ammoniak an. So wichtig wir das Vorkommen von Ammoniak in den Pflanzensäften fanden, und für so nothwendig wir dasselbe zur Bildung stickstoffhaltiger Pflanzenstoffe hielten, so scheint doch der thierische Organismus keineswegs in gleicher Weise des Ammoniaks zur Herstellung organischer Materie zu bedürfen. Ja der Zersetzungprocess, welcher beim Unbrauchbarwerden der einzelnen Bestandtheile der Organe in den stickstoffhaltigen Materien derselben vor sich geht, führt keineswegs Ammoniakbildung mit sich; wir würden dann gewiss weit mehr Ammoniaksalze in den Excreten finden. Die Stickstoffverbindung, welche sich im Körper selbst aus den stickstoffhaltigen Substanzen als Zersetzungsproduct erzeugt, ist der Harnstoff, dessen Aussonderungsorgane bekanntlich nur die Nieren sind. Auch nicht aller Schweiss ist ammoniakhaltig; daher scheint der Stickstoff nur durch die Nieren aus dem Organismus entfernt zu werden; wird von diesen auch Ammoniak in der That aus dem Blute aufgenommen und der Aussenwelt durch die Harnblase zugeführt, so ist dessen Gegenwart gewiss höchst gering.

Im Blute, im Chylus, in der Lymphe, in der Milch, in den Eiflüssigkeiten und in den Secretionen der serösen Häute hat man

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 341.

entweder kein Ammoniak oder nur höchst geringe Mengen desselben gefunden. Wir sind der Ansicht, dass die Ammoniaksalze, welche man in diesen Flüssigkeiten zu finden glaubte, lediglich Producte der chemischen Behandlung sind. Es ist zwar an sich schon hinlänglich bekannt, wie leicht die stickstoffhaltigen Substanzen, welche bekanntlich immer die complicirteste Zusammensetzung haben und gerade deshalb am geneigtesten zur Zersetzung sind, vorzüglich unter dem Einflusse des Wassers und einer höhern Temperatur Ammoniak entwickeln; allein trotz dem würden wir den Ursprung der Ammoniaksalze jener Flüssigkeiten nicht in der chemischen Behandlung suchen, wenn nicht folgende Beobachtungen und Versuche noch insbesondre darauf hindeuteten.

Zufällig fand ich nämlich, dass Eiweiss, welches durch Salzsäure gefällt und durch Salzsäure sorgfältig ausgewaschen worden war, beim Erwärmen mit verdünnter Kalilauge immer Ammoniak entwickelte, das Eiweiss mochte vorher, so oft als nur möglich, an Kali gebunden und durch Salzsäure wieder getrennt worden sein. Wurde Magenschleimhaut auch noch so sorgfältig ausgewaschen, und dann mit höchst verdünnter Salzsäure versetzt, so konnten in dem Abdampfungsrückstande doch immer durch Erwärmen mit Kalilauge Spuren von Ammoniaksalzen nachgewiesen werden, Daher ist nun wohl auch der Salmiakgehalt des Magensafts zu erklären, der so bestimmt von *Prout*, *Tiedemann* und *Gmelin* und von *Braconnot* dargethan worden ist. Die leicht zersetzbaren Extractivstoffe mögen es aber vorzüglich sein, aus denen sich Ammoniaksalze erzeugen.

In dem Blute fanden *Lecanu* und *Denis*, in der Lymphe *Marchand* und *Colberg*, in der Milch *Schwartz* und *Simon* keine Ammoniaksalze.

Anselmino fand auch im sauren Schweisse Ammoniaksalze.

Im Harne selbst ist die Gegenwart von Ammoniak höchst gering, wenn sie nicht ganz geläugnet werden muss; wenigstens dürfte diess aus folgenden Versuchen zu schliessen sein: ich liess aus Morgenharn die grösste Menge Wasser gefrieren und erhielt so einen ganz concentrirten, fast weinrothen Harn, von dem angenommen werden konnte, dass er die Bestandtheile ganz unzersetzt enthielt; mit Aetzkali vorsichtig versetzt gab derselbe einen Niederschlag, der, selbst wenn er längere Zeit mit dem Harn in Berührung gelassen worden war, keine Harnsäure enthielt: denn wären im Urin Ammoniaksalze enthalten gewesen, so würde harnsaures Ammoniak präcipitirt worden sein; letztres geschah erst auf Zusatz von Salmiak. Dass mehr Säuren im Harne enthalten sind, als fixe Basen, kann uns jetzt nicht mehr Wunder nehmen, da wir durch *Cap* und *Henry* gelehrt

worden sind, dass der Harnstoff sich mit den meisten Säuren zu krystallisirbaren Salzen vereinigt.

Wir können hiernach nicht mit Bestimmtheit die Gegenwart des Ammoniak in thierischen Flüssigkeiten läugnen, doch ist uns dieselbe durch die angeführten Beobachtungen wenigstens sehr verdächtig geworden.

Wesentliche Bestandtheile des thierischen Körpers.

Unter wesentlichen Bestandtheilen des Thierkörpers verstehen wir nach dem, was schon hierüber unter „*Chemismus im Thierkörper*" gesagt worden ist, diejenigen Stoffe, welche die eigentlichen, materiellen Substrate des Lebens bilden, diejenigen, aus denen die Gewebe und die lebensthätigen Flüssigkeiten des Thierkörpers gebildet werden. Wir zählen zu ihnen alle Proteinverbindungen, wie *Albumin*, *Fibrin*, *Globulin* und *Casein*, ausser denen jedoch noch andre Verbindungen dieser Art an einzelnen Orten vorkommen; ferner den Blutfarbstoff, dessen Natur zwar noch nicht hinlänglich erforscht, dessen Wichtigkeit für das Leben aber gnügend erkannt ist; die leimgebende Materie, welche in zwei Hauptstoffe: *Colla* und *Chondrin* zerfällt; die Fette, deren Modificationen sich eben so verschieden in ihren Formen als in ihrem Nutzen für den Organismus zeigen, und Milchsäure, durch welche der Chemismus im Thierkörper vorzüglich geleitet und geregelt wird.

Protein.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Das Protein bildet, wenn es sorgfältig ausgetrocknet worden ist, eine blass bernsteingelbe, harte, spröde und leicht pulverisirbare Masse, ohne Geruch und Geschmack; an der Luft zieht es Feuchtigkeit an, die es aber bei 100° C. vollständig wieder abgiebt; in *Wasser* schwillt es gallertartig an und bildet grauliche, halbdurchscheinende Flocken; in Wasser, Alkohol, Aether und Oelen ist es unauflöslich. Beim *Erhitzen* schmilzt es nicht eher, als bis vollständige Zersetzung eintritt; dann bläht es sich auf und giebt die gewöhnlichen Producte der trocknen Destillation stickstoffhaltiger Körper. Reines Protein hinterlässt beim Verbrennen keinen Aschenrückstand.

Beim *Kochen* mit Wasser giebt das Protein keinen Leim, wird aber dadurch nach längerer Zeit aufgelöst, und in zwei neue Stoffe verwandelt, von denen der eine in Alkohol auflöslich ist, der andre nicht.

Das Protein lässt sich sowohl mit Säuren als mit Basen verbinden. In concentrirter *Essigsäure* quillt es an, und löst sich endlich auf; aus dieser Lösung bewirkt *Kaliumeisencyanür* einen weissen Niederschlag; gewöhnliche *Phosphorsäure* verhält sich zu dem Protein ganz wie Essigsäure; andre *Mineralsäuren* lösen es dagegen nicht auf, bilden aber damit Verbindungen, welche in säurefreiem Wasser löslich sind. In concentrirter *Schwefelsäure* schwillt es nur zu einer Gallerte auf, die sich nach einiger Zeit ganz darin verbreitet; durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure wird es purpurroth gefärbt, von concentrirter *Salpetersäure* gelb oder orange. Sehr characteristisch ist das Verhalten des Proteins

gegen concentrirte *Salzsäure;* es wird nämlich dadurch anfangs gelblich und endlich blau gefärbt und aufgelöst; jedoch entsteht diese Färbung nur bei Zutritt der atmosphärischen Luft. In *Alkalien* löst es sich unverändert auf; diese Verbindungen sind in Alkohol unlöslich; Metallsalze bewirken aus den wässrigen Lösungen theils gefärbte, theils ungefärbte Niederschläge. Durch Kochen mit Alkalien wird das Protein unter Ammoniakentwicklung zersetzt.

Zusammensetzung. *Mulder,* welcher diesen Stoff zuerst dargestellt hat, fand das Protein im freien, so wie im gebundenen Zustande zusammengesetzt aus

	Mittel von 4 Versuchen	Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	6,984	31	7,00
Kohlenstoff	55,222	40	55,29
Stickstoff	15,897	5	16,01
Sauerstoff	21,897	12	21,70

Aus dem, was weiter unten über die Zersetzungsproducte des Proteins gesagt wird, geht hervor, dass man durchaus noch nicht im Stande gewesen ist, eine rationelle Formel für diesen Körper aufzustellen. Das Atomgewicht des Proteins = 5529,528 ist jedoch nur aus der Verbindung desselben mit Schwefelsäure berechnet.

Darstellung. Das Protein kann aus allen eiweissartigen Körpern dargestellt werden, und zwar ebensowohl aus dem vegetabilischen Eiweiss als aus dem Faserstoff der Muskeln. Man digerirt zu dem Zwecke eine der fraglichen Substanzen mit Wasser, Alkohol und Aether, um Fette, Extractivstoffe und einige Mineralsalze auszuziehen. Nachdem der jene Substanzen immer begleitende phosphorsaure Kalk durch Salzsäure dem Rückstande entzogen worden ist, löst man diesen in nicht eben zu verdünnter Kalilauge auf, und erwärmt bis 50° C.; hierbei wird den eiweissartigen Körpern der mit ihnen chemisch verbundene Schwefel und Phosphor entzogen, Schwefelkalium, phosphorsaures Kali und Proteinkali gebildet; fügt man alsdann zu der alkalischen Flüssigkeit Essigsäure bis zur Neutralisation, so fällt Protein nieder, welches nach dem Auswaschen völlig rein ist.

Metamorphosen des Proteins. Schwefelsäure und Protein. Trägt man die durch concentrirte Schwefelsäure und Protein entstandene Gallert allmählig in Wasser ein, so

schrumpft sie zu einer weissen, unlöslichen Masse zusammen, aus welcher durch Auswaschen mit Wasser und kochendem Alkohol die überschüssige Schwefelsäure entfernt wird. Beim Trocknen bildet dieser Körper eine strohgelbe, harte, schwer pulverisirbare Masse; in Wasser, Alkohol und Aether ist sie unlöslich, ohne Reaction auf Lackmus. In fixen und flüchtigen Alkalien löst sie sich auf, und wird daraus nicht durch Kalk- und Barytsalze, wohl aber durch Silber-, Kupfer-, Blei- und Eisenoxydsalze gefällt. Diese Säure wurde von *Mulder Proteinschwefelsäure* genannt. Bemerkenswerth ist, dass diese Säure, gerade wie andre Verbindungen organischer Körper mit Schwefelsäure, durch Barytsalze die letztere nicht entdecken lässt, dass sie aber nicht, wie Verbindungen solcher Art, 2 Aequivalente Säure auf ein Aequivalent des organischen Stoffs und dazu nach *Mulder's* Analyse auch kein Wasser enthält. Die Zusammensetzung dieser Säure fand nämlich *Mulder*:

	gefunden	Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	6,93	31	6,41
Kohlenstoff	50,94	40	50,70
Stickstoff	15,08	5	14,68
Sauerstoff	18,74	12	19,90
Schwefelsäure	8,34	1	8,31

Das Atomgewicht dieses Körpers wäre demnach 6030,63.

Mulder hat auch das proteinschwefelsaure Silberoxyd und Kupferoxyd untersucht, und fand das erstre $= H^{31}\ C^{42}\ N^5\ O^{12}.\ SO^3 + AgO$, das letztere $= H^{31}\ C^{42}\ N^5\ O^{12} + 5\ CuO + 2\ SO^3 + 3\ HO$ zusammengesetzt.

Setzt man zu einer essigsauren Proteinlösung verdünnte Schwefelsäure, so erhält man die von *Mulder* sogenannte Biproteinschwefelsäure, welche nach demselben aus 2 Atomen Protein, 2 Atomen Wasser und 1 Atom Schwefelsäure $= H^{62}\ C^{84}\ N^{10}\ O^{24} + H^2\ O^2 + SO^3$ besteht, und mit Alkalien lösliche, mit Metalloxyden unlösliche Salze giebt.

Protein und Salzsäure. Wird eine essigsaure Proteinlösung mit Salzsäure versetzt, so bildet sich eine durchsichtige Gallert, welche bei + 130° C. getrocknet, nach *Mulder**) aus

*) *Mulder*, Bull. de Néerlande 1839. p. 16.

2 Atomen Protein, 2 Atomen Wasser und 1 Aequiv. Chlorwasserstoff = $H^{62}\ C^{80}\ N^{10}\ O^{24} + H^2\ O^2 + HCl$ besteht.

Bei Untersuchung der Einwirkung von concentrirter Salzsäure auf Protein hat *Mulder* mehr auf die Endwirkung als auf den blauen Farbstoff selbst Rücksicht genommen. *Mulder* zeigt nur, dass durch concentrirte Salzsäure das Protein im luftleeren Raume unter Stickstoffentwicklung mit strohgelber Farbe aufgelöst werde, dass aber zur Hervorbringung jener blauen Farbe Sauerstoffzutritt nothwendig sei. Durch längere Einwirkung von concentrirter Salzsäure auf Protein wird ein Coagulum erzeugt, welches nach *Mulder's* Analyse 2 Aequiv. Protein, 3 Aequiv. Salzsäure und 7 Aequiv. Wasser enthält, und eine schwarze Flüssigkeit, welche beim Abdampfen einen Rückstand hinterlässt, den *Mulder* aus 4 Aequiv. Salmiak, und 1 Aequiv. vierfach-humussaurem Ammoniak bestehend fand; er erklärt sich dessen Bildung so, dass er annimmt, 1 Atom Protein nehme 4 Aequiv. Salzsäure, 4 Aequiv. Wasser und 4 Aequiv. Sauerstoff auf, um sich in Salmiak und humussaures Ammoniak zu verwandeln.

1 Atom Protein	=	H^{31}	C^{40}	N^5	O^{12}	
4 Atome Salzsäure	=	H^4				Cl^4
4 Atome Wasser	=	H^4			O^4	
4 Atome Sauerstoff	=				O^4	
Summa	=	H^{39}	C^{40}	N^5	O^{20}	Cl^4
4 Atome Salmiak	=	H^{16}		N^4		Cl^4
1 Atom Ammoniak	=	H^3		N		
4 Atome Humussäure	=	H^{20}	C^{40}		O^{20}	
Summa	=	H^{39}	C^{40}	N^5	O^{20}	Cl^4

Salpetersäure und Protein. Lässt man Salpetersäure auf Protein oder proteinhaltige Körper einwirken, so entwickelt sich etwas Stickstoffgas mit etwas Stickstoffoxyd, und in der Flüssigkeit bildet sich salpetersaures Ammoniak, Oxalsäure und Zuckersäure; ungelöst bleibt aber eine hellgelbe, beim Trocknen orangefarbig werdende Substanz, welche von *Mulder* *) *Xanthoproteinsäure* genannt worden ist. Dieselbe ist geschmack- und geruch-

*) *Mulder*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 22. S. 340.

los, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich, röthet ein feuchtes Lackmuspapier, zersetzt sich beim Erhitzen, ohne wie die Pikrinsalpetersäure zu verpuffen, verkohlt ohne zu schmelzen, verbrennt mit Flamme, und die rückständige Kohle hinterlässt beim Einäschern nichts Mineralisches. Von starken Mineralsäuren wird sie aufgelöst, und durch Wasser aus diesen Lösungen verbunden mit der Säure gefällt. Mit Alkalien bildet sie dunkelrothe, lösliche Salze; Metallsalze schlagen sie aus den Lösungen mit gelber Farbe nieder. Mit Alkalien gekocht, entwickelt die Säure Ammoniak. Nach *Mulder's* Analysen besteht diese Säure im gebundenen Zustande aus $H^{24}\ C^{34}\ N^{4}\ O^{12}$ im freien Zustande enthält sie 2 Atome Wasser. Ihre Bildung erklärt sich *Mulder* aus 1 Atom Protein 2 Atomen Salpetersäure und 1 Atom Wasser $= H^{32}\ C^{40}\ N^{7}\ O^{23}$ auf folgende Weise:

3 Atome Oxalsäure	=		C^{6}		O^{9}
1 Atom Stickstoff	=			N	
2 Atome Ammoniak	=	H^{6}		N^{2}	
1 Atom Xanthoproteinsäurehydrat	=	H^{26}	C^{34}	N^{4}	O^{14}
		H^{32}	C^{40}	N^{7}	O^{23}

Chlor und Protein. Bei der Behandlung von Hühnereiweiss mit Chlorgas erhielt *Mulder* [1]) einen weissen Niederschlag, der, wohl ausgewaschen, bei 100° getrocknet, und der Elementaranalyse unterworfen wurde; *Mulder* fand diesen Körper aus Protein und chloriger Säure zusammengesetzt $= H^{31}\ C^{40}\ N^{5}\ O^{12} + Cl\ O^{3}$. Die *proteinchlorige Säure*, welche übrigens aus ammoniakalischen Lösungen andrer Proteinverbindungen, z. B. Faserstoff, Käsestoff u. dergl. mittelst Chlor dargestellt werden kann, bildet ein strohgelbes, fettig anzufühlendes Pulver, ist in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich; von concentrirten Mineralsäuren wird sie aufgelöst und meist verändert; mit Alkalien und alkalischen Erden bildet sie lösliche Verbindungen.

In Ammoniak löst sich dieser Körper unter Stickstoffentwickelung auf; beim Abdampfen hinterlässt die ammoniakalische Flüssigkeit einen Rückstand, aus dessen kochendheisser wässriger Lösung Alkohol einen neuen Körper, das *Oxyprotein*, fällt; dieser Körper erscheint in Form einer leicht zerreiblichen, bernsteingel-

1) *Mulder*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 22. S. 340.

ben Masse, die auflöslich in Wasser, wenig löslich in Alkohol, unlöslich in Aether ist; von Mineralsäuren wird er aufgelöst, erleidet aber dabei verschiedenartige Zersetzungen; durch Metallsalze, nicht aber durch Blutlaugensalz wird er aus der wässrigen Lösung gefällt. *Mulder* hat seine Zusammensetzung $= H^{31} C^{4} N^{5} O^{15}$ gefunden.

Aus *Mulder's* Untersuchungen über die Einwirkung des Chlors auf Protein und Wasser geht also hervor, dass das Protein selbst keine Zersetzung erleide, sondern sich mit der aus dem Wasser und Chlor gebildeten chlorigen Säure zu einer der Proteinschwefelsäure analogen Verbindung vereinige, und dass bei der Einwirkung von Ammoniak auf proteinchlorige Säure diese das Chlor, aber nicht den Sauerstoff verliere, ohne etwas vom Ammoniak aufzunehmen.

Kali und Protein. Kocht man Protein längere Zeit mit Ueberschuss von Aetzkali, so löst sich alles unter reichlicher Ammoniakentwicklung mit lichtbrauner Farbe auf; die Flüssigkeit enthält nachher kohlensaures und ameisensaures Ammoniak, Leucin und zwei neue, nicht krystallisirbare Stoffe. Neutralisirt man die Flüssigkeit möglichst genau mit Schwefelsäure, und dampft sie etwa bis auf $\frac{1}{3}$ Volumen ein, so scheidet sich der grösste Theil des schwefelsauren Kali's aus; dampft man hierauf die rothbraune Flüssigkeit bis zur Extractconsistenz ab, und zieht den Rückstand mit kochendem Alkohol aus, so bleibt nur etwas schwefelsaures Kali zurück; aus der heissen Lösung scheidet sich aber beim Erkalten der eine jener unkrystallisirbaren Stoffe in rothbraunen Tropfen ab, die sich zu einer extractähnlichen Masse vereinigen. Aus der rückständigen Flüssigkeit krystallisirt beim Verdunsten das *Leucin*, in Auflösung bleibt aber etwas von dem grösstentheils schon ausgeschiedenen, rothbraunen Stoffe, welchen *Mulder Erythroprotid* nennt, und ein andrer nicht krystallisirbarer Stoff, *Mulder's Protid.* Um beide Stoffe noch vollkommen zu trennen, dampft man die Flüssigkeit ein, löst den Rückstand in Wasser auf, fällt das Erythroprotid mit neutralem und das Protid mit basischem essigsauren Bleioxyd.

Das Erythroprotid ist extractähnlich, rothbraun, in Wasser leicht löslich, in Alkohol dagegen nur in der Siedehitze; es wird aus der wässrigen Lösung durch Blei-, Silber- und Quecksil-

bersalze mit rosenrother Farbe gefällt; es ist auch durch Gerbsäure fällbar; verbrennt mit Horngeruch; nach *Mulder*, der die Bleiverbindung analysirte, besteht es aus $H^8\ C^{13}\ NO^5$. Bemerkenswerth ist, dass dieser Körper durch Schwefelwasserstoff entfärbt wird, damit aber nur eine farblose Verbindung, ohne reducirt zu werden, eingeht; denn im luftleeren Raume tritt beim Verdunsten des Schwefelwasserstoffs die rothe Farbe des Erythroprotids wieder hervor.

Das Protid ist hellgelb, leicht pulverisirbar, in Wasser und Alkohol ohne Farbe löslich, wird nur durch basisch essigsaures Bleioxyd, nicht durch andre Metallsalze und Gerbsäure gefällt. Nach *Mulder* besteht es aus $H^9\ C^{13}\ NO^4$.

Das Leucin krystallisirt, ähnlich dem Cholestearin, in grossen, silberglänzenden Schuppen ohne Krystallwasser, knirscht zwischen den Zähnen, ist ohne Geruch und Geschmack, löst sich in Wasser und Alkohol, nicht in Aether, lässt sich bei + 170° ohne Zersetzung sublimiren. Von kalter Salpetersäure wird es in eine eigenthümliche Säure *Leucinsalpetersäure* verwandelt, im Kochen jedoch durch dieselbe in flüchtige Producte zersetzt, durch Kochen mit Salzsäure oder Aetzkali wird es aufgelöst, aber nicht zersetzt; aus seinen Lösungen wird es nur durch salpetersaures Quecksilberoxydul gefällt; es absorbirt Salzsäuregas. *Mulder* fand seine Zusammensetzung $= H^{12} C^{12} N\ O^4$.

Die Leucinsalpetersäure krystallisirt in Nadeln, schmeckt sauer, aber nicht scharf; besteht aus 1 Atom Leucin, 1 Atom Salpetersäure und 1 Atom Wasser, welches letztre die Säure bei ihrer Verbindung mit Basen verliert; die Salze dieser Säure sind löslich, meist krystallisirbar und explodiren beim Erhitzen.

Mulder erklärt die durch Kali bewirkte Metamorphose des Proteins, indem er annimmt, dass 2 Atome Protein 9 Atome Wasser aufnehmen $= H^{71}\ C^{80}\ N^{10}\ O^{33}$, in folgender Weise:

2	Atome	Erythroprotid	$= H^{16}\ C^{26}\ N^2\ O^{10}$
2	-	Protid	$= H^{18}\ C^{26}\ N^2\ O^8$
2	-	Leucin	$= H^{24}\ C^{24}\ N^2\ O^8$
4	-	Ammoniak	$= H^{12}\ N^4$
2	-	Kohlensäure	$= C^2\ O^4$
1	-	Ameisensäure	$= H\ C^2\ O^3$
		Summa	$H^{71}\ C^{80}\ N^{10}\ O^{33}$

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Protein ist hier an der Spitze mehrerer einander höchst ähnlicher Thiersubstanzen behandelt worden, die man schon längst entweder nur für Modificationen eines und desselben Stoffes hielt, oder wenigstens für Körper mit einer gemeinschaftlichen Grundlage ansah. Trotz der vielfachen Bemühungen selbst der ausgezeichnetsten Chemiker gelang es erst dem eben so geschickten, als geistvollen holländischen Gelehrten, *Mulder*, darzuthun, dass die wichtigsten Stoffe des ganzen Thierkörpers, das Eiweiss, der Faserstoff, der Käsestoff und das Globulin der Blutkörperchen nur Verbindungen des besprochenen Körpers mit Phosphor und Schwefel oder nur mit Schwefel seien. Mit Recht nannte daher *Mulder* diesen Stoff *Protein*, von *πρωτεύω*, principatum teneo, als den ersten und wichtigsten Stoff des Thierorganismus.

Das Protein ist im isolirten Zustande noch nirgends im menschlichen Organismus gefunden worden. *Mulder*[1]) hat jedoch nachgewiesen, dass es ohne Schwefel und Phosphor in dem Fleische der Austern vorkommt. Im Pflanzenreiche schon findet sich das Protein mit Schwefel und Phosphor verbunden als vegetabilisches Eiweiss.

Bei den mannigfachen Untersuchungen pathologischer Producte des menschlichen Körpers fand ich nie eine eiweissartige Substanz, welche frei von Schwefel gewesen wäre; es ist daher wohl anzunehmen, dass der menschliche Organismus reines Protein selbst nicht in den geringsten Mengen enthalte.

Mulder löste das mit lauem Wasser und Alkohol gereinigte Fleisch der Austern in Essigsäure, fällte die Lösung mit Ammoniak, und unterwarf den Niederschlag einer Elementaranalyse, er fand weder Schwefel noch Phosphor. Ein Versuch *Pasquier's*[2]) scheint jedoch einen Phosphorgehalt in dem Fleische der Austern anzudeuten; als derselbe nämlich das Austernfleisch verkohlte und mit Salzsäure die Kohle extrahirte, fand er wenig phosphorsauren Kalk neben viel kohlensauren Kalk; beim Verbrennen der Austern erhielt er jedoch nur

1) *Mulder*, Bull. de Néerlande 1839. p. 14.

2) *Pasquier*, Taschenb. 1820. S. 174.

phosphorsauren Kalk. Deshalb unterwarf ich Austern derselben Behandlung wie *Pasquier*, und fand dessen Beobachtung bestätigt; auch gelang es mir ganz nach *Mulder's* Verfahren etwas Phosphor und eine Spur Schwefel im Austernfleische aufzufinden. Hiernach scheinen wenigstens nicht alle Austern reines Protein zu enthalten.

Nutzen. Es wird besonders aus dem Folgenden ersehen werden, welch ein wichtiger Stoff das Protein für den Thierkörper ist; seine Verbindungen sind nicht nur in allen Theilen desselben verbreitet, sondern sie machen auch den Hauptbestandtheil der wichtigsten Organe aus; das Blut besteht fast nur aus Proteinverbindungen, ein Beweis, dass es gerade das Protein ist, aus welchem die Natur die einzelnen Theile des thierischen Organismus herstellt; wir kennen eine ganze Classe von Geweben, welche aus Proteinverbindungen bestehen: es sind die, welche bisher die eiweissartigen zum Unterschiede von den leimgebenden genannt wurden.

Die Nierensubstanz besteht ihrem grössten Theile nach aus Protein, die Leber- und Hirnsubstanz ist ebenfalls sehr reich daran. In den Pflanzen finden wir überall auch das Protein, vorzüglich aber in den Blumen und Samen, den Theilen, in welchen die lebhaftesten und schnellsten Stoffumwandlungen geschehen; wir wissen, dass ohne diesen Körper, sowie ohne Stickstoff überhaupt, eine Pflanze nicht zur Blüthe gelangen, geschweige denn Samen tragen könne. Die Natur scheint dieses wandelbaren Körpers zu bedürfen, um in der Pflanze die wichtigsten Processe zu vollenden. Auch im Thierkörper geht das Protein wohl nicht nur Verbindungen ein, um die feste Grundlage so vieler Organe zu bilden, sondern es wird gewiss auch metamorphosirt, um neue, dem Thierkörper eigenthümliche und nothwendige, Stoffe zu erzeugen. Es ist keineswegs unmöglich, dass dieser ein so complexes Atom bildende und eben darum zu Metamorphosen so geneigte Körper im thierischen Organismus selbst so umgewandelt werde, dass er, in seiner innersten Zusammensetzung ganz verändert, die Grundlage der leimgebenden Gewebe bilde; zwar deutet kein Versuch mit einiger Sicherheit darauf hin, doch ersehen wir aus *Mulder's* Versuchen, welche heterogenen Körper aus diesem einzigen Stoffe durch verschiedene Mittel erzeugt werden können. Dem lebenden Körper muss eine grössre Zusammenlagerung von Atomen

zu Gebote stehen, um durch Erschütterung des lockern Gebäudes hinreichendes Material zu neuen Bauten zu erhalten. Wir sehen diess auch aus der Consumtion dieses Stoffs im thierischen Organismus; sehr viel Protein wird schon aus dem Pflanzenreiche von dem Thierkörper aufgenommen, aber keines von demselben wieder an die äussere Natur abgegeben. Im gesunden Zustande finden wir in den Excretionen der Thiere nirgends eine Proteinverbindung. In den Darmexcrementen findet man nur Protein, wenn der Genuss proteinhaltiger Substanzen das Bedürfniss überstieg. Der Thierkörper nimmt aber selbst einen Ueberschuss an Protein in die Stoffmasse auf, zersetzt aber den Ueberschuss alsbald und scheidet die Producte sehr bald durch den Harn und wahrscheinlich auch durch die Hautausdünstung ab.

Nachdem ich zwei Tage lang nur Fleisch und Hühnereier genossen hatte (im Ganzen ungefähr 2 Pfund) war der Urin bereits so mit Harnstoff übersättigt, dass derselbe, ohne Abdampfung, selbst am Tage gelassen, mit Salpetersäure sogleich die bekannten Schuppen salpetersauren Harnstoffs abschied. Es geht hieraus unbestreitbar hervor, dass das Protein, welches in die Blutmasse im Ueberschuss übergegangen ist, sehr bald durch den Lebensprocess zersetzt werde, und dass dem Thierorganismus die Kraft innewohnt, das Protein, welches wir sonst an so vielen Orten im Körper unverändert wiederfinden, mit Leichtigkeit umzuwandeln und zu zersetzen. Sollte daher die Natur nicht auch andre brauchbare Stoffe aus dem Protein erzeugen können, als jene Zersetzungsproducte, wie Harnstoff u. s. w.

Ursprung. Das Protein ist also der wahrhafte Nährstoff des thierischen Körpers; aus dem Pflanzenreiche wird er aufgenommen, im Magen löslich gemacht, und durch die Lymphgefässe dem Blute zugeführt, wo er als Material angehäuft wird, um theils unmittelbar das Gerüst für den Bau so vieler Organe benutzt zu werden, zum Theil aber auch, um, hie und da umgearbeitet zu Körpern, mit neuen, ganz andern Eigenschaften, verschiedenen Zwecken in der thierischen Oekonomie zu dienen. Wird denn aber Protein nicht selbst im thierischen Körper erzeugt? Ist es denn nicht etwa eine Hauptfunction des thierischen Körpers, aus stickstoffhaltigen Materien bei der Verdauung, oder bei der Sanguification im Allgemeinen das Protein zu erzeugen? Wir glauben, diese Frage bestimmtest mit Nein beantworten zu müssen. Zur Entscheidung derselben müssen wir zunächst beweisen, dass die

Pflanzen die zum Leben nothwendige Menge Protein dem thierischen Organismus liefern. Nehmen wir hier das Beispiel von den Kartoffeln her, einem Nahrungsmittel, welches weit weniger Eiweiss als alle andern, zur Nahrung verwendete, vegetabilische Stoffe enthält. Nach *Lampadius'* und *Einhof's* Untersuchungen enthalten die Kartoffeln meistens über 1% Protein, die voigtländische z. B. 1,25%; als ich mehrere Wochen hindurch nur von Vegetabilien lebte, wobei ich mich ganz wohl befand, genoss ich mehrere Tage nur Kartoffeln, und war zur Stillung des Hungers genöthigt, täglich ungefähr 2 bis 2½ Kilogramm gekochter Kartoffeln zu verzehren; in 2250 Gr., was wir als Mittel der genossenen Kartoffeln annehmen wollen, sind aber ungefähr 20,1 Gr. Protein enthalten. Diese Quantität Protein scheint ungefähr nothwendig zu sein; denn ich fand in den festen Excrementen keine Spur von Eiweissstoff; auch die Untersuchungen des Thierkoths zeigen, dass derselbe keine Proteinverbindung enthält, ja man hat überhaupt in den festen Excrementen keinen Stickstoff gefunden. Eine der aufgenommenen Menge Protein entsprechende Quantität stickstoffhaltiger Substanz muss nun im Körper untauglich geworden sein und durch den Harn entfernt werden. Durch den Harn entleerte ich zu der Zeit, wo ich jene vegetabilische Kost genoss, innerhalb 24 Stunden im Mittel nicht mehr als 3,614 gr. Harnstoff und sehr wenig Harnsäure; vergleichen wir nun den Stickstoffgehalt des aufgenommenen Proteins mit dem des excernirten Harnstoffs, so finden wir im Protein, welches aufgenommen wurde, 3,216 Gr. Stickstoff und in dem entleerten Harnstoff 1,9 Gr. Stickstoff, so dass immer noch 1,314 Gr. Stickstoff vom Protein übrig bleiben, um entweder unzersetzt im Körper zu bleiben oder zur Bildung andrer Stickstoffverbindungen zu dienen.

Hierbei ist noch zu bemerken, dass die Kartoffeln ausser dem Protein (Pflanzeneiweiss) noch andre stickstoffhaltige Stoffe enthalten, die hier, da es sich zunächst blos um das Protein handelt, nicht in Anschlag gebracht worden sind. *Boussingault* fand in den Kartoffeln 0,3336% Stickstoff, wovon wir nur 0,2% als auf das Protein kommend annehmen. Es ist möglich, dass auch durch die Lungen Stickstoff abgedunstet wird, und gewiss, dass mit dem Schweisse und der Hautausdünstung im Allgemeinen Stickstoff aus dem Körper ausgeschieden wird. Daher muss ich auch hervorheben, dass diese Versuche von mir und zum Theil auch von meinem Freunde *Prof. Hasse* in den

heissesten Tagen des Sommers 1837 angestellt wurden. Bei der dreiwöchentlichen Pflanzenkost, der ich mich mit *Prof. Hasse* unterzog, befanden wir uns übrigens ganz wohl; ich hatte vor und nach dem Versuche das Gewicht meines Körpers zu 148 Pfund gefunden; demnach hatte jene Kost keine Veränderung in der Ernährung nach sich gezogen.

Mit diesen Versuchen und Beobachtungen stimmen die von *Boussingault*[1]) über den Stickstoffgehalt der Futterarten, über deren Nahrhaftigkeit und über die Art und Weise, wie die Thiere Stickstoff assimiliren, völlig überein. *Boussingault* hat nämlich direct und indirect bewiesen, dass von den Thieren kein Stickstoff aus der Luft aufgenommen und assimilirt werde, sondern dass derselbe den Thieren nur mit den vegetabilischen Nahrungsmitteln zugeführt werde, dass die Pflanzenstoffe um so nährender sind, je mehr sie Stickstoff enthalten, dass die Thiere im Allgemeinen weniger Stickstoff excerniren, als sie mit den Nahrungsmitteln aufgenommen haben, und dass sie bei regelmässiger Fütterung weder an Gewicht zu- noch abnehmen.

Können diese Versuche nun auch nicht mit Bestimmtheit beweisen, dass im thierischen Körper durchaus kein Protein erzeugt werde, so geht aus ihnen doch mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit hervor, dass dem Thierkörper aus dem Pflanzenreiche eine solche Menge bereits gebildeten Proteins zugeführt wird, dass dessen Erzeugung im thierischen Körper wenigstens überflüssig erscheinen muss. Die Entstehung des Proteins aus den Elementen ist demnach wohl lediglich im Pflanzenreiche zu suchen; man vergleiche hierüber, was bereits oben S. 75 über die Entstehung stickstoffhaltiger Körper in den Pflanzen gesagt worden ist.

Aus den eben angeführten Untersuchungen *Boussingault's* lässt sich aber zugleich ersehen, welche grosse Mengen vom stickstoffhaltigem Kleber neben dem Eiweiss sich in den vegetabilischen Nahrungsmitteln der Thiere und Menschen befinden; wir wissen, dass auch der Kleber in die Stoffmasse des Thierkörpers übergehen muss, denn wir finden ja wenigstens in den festen Excrementen, wie öfter schon erwähnt, fast gar keinen Stickstoff. Leicht würde

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 1837. Juill. p. 301; 1838 Avril p. 408; 1839 Juin. p. 113; 1839 Mai p. 65.

man nun annehmen können, der Kleber der Pflanzen werde im Thierkörper zur Bildung andrer stickstoffhaltiger Substanzen z. B. der leimgebenden Gewebe verwendet, wenn wir nicht im Blute, aus dem doch präsumtiv alle Theile des Thierkörpers, alle Organe entstehen, fast nur Proteinverbindungen neben äusserst geringen Mengen andrer stickstoffhaltiger Materien fänden. Es ist daher keineswegs unwahrscheinlich, dass der Thierkörper die Kraft besitze, aus dem Kleber der Pflanzen Protein und Proteinverbindungen zu erzeugen, zumal da der ebenso geschickte als geniale *Boussingault* die interessante Entdeckung gemacht hat, dass Pflanzeneiweiss und Kleber ganz gleiche Elementarzusammensetzung haben. Ist daher der Kleber auch nicht selbst eine Modification des Proteins, ja zweifeln wir selbst an der Richtigkeit der Beobachtung jenes geschickten Experimentators, und halten die Zusammensetzung jener Substanzen nur für ähnlich, so wissen wir ja, wie leicht so complexe Atome in ihrer Zusammenfügung erschüttert und in andre umgesetzt werden, und können leicht glauben, dass schon in den ersten Wegen der Kleber der Pflanzen in Protein umgewandelt werde.

Eiweissstoff. Albumin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Man findet zwei verschiedene Modificationen von Albumin, von denen die eine in Wasser löslich ist und daher lösliches oder flüssiges Eiweiss genannt wird, die andre aber darin unauflöslich ist, und geronnenes Eiweiss heisst.

Das lösliche Albumin stellt wohlgetrocknet im reinen Zustande eine blassgelbliche, durchscheinende, zusammenhängende Masse dar, oder ein weisses Pulver, ohne Geruch und Geschmack, so wie ohne Reaction auf Pflanzenfarben; durch Reiben wird es stark positiv electrisch; in Wasser quillt es zu einer durchscheinenden Gallerte auf, welche erst allmählig sich darin auflöst.

Getrocknet lässt sich das Albumin bis 100° erhitzen, ohne in

den geronnenen Zustand überzugehen, oder sonst eine Veränderung zu erleiden; die Auflösung wird dagegen schon bei einer Temperatur von 60° trübe, gerinnt vollständig bei 63° und scheidet sich in Flocken und Klumpen bei 75° aus; grosse Verdünnung kann bewirken, dass erst bei 90° eine Trübung bemerkbar wird, und erst nach längerm Kochen sich ein Coagulum abscheidet. Freies Alkali kann die Eiweisslösung leicht noch über den eigentlichen Gerinnungspunkt klar erhalten.

Durch verdünnten *Alkohol* wird das Albumin aus seiner Lösung zwar niedergeschlagen, aber nicht coagulirt; concentrirter Alkohol versetzt es dagegen in den geronnenen Zustand. Weingeistfreier *Aether* macht das Eiweiss aus den Eiern gerinnen, nicht aber das des Blutserums; indessen habe ich öfter im Blutserum, so wie in serösen Flüssigkeiten eine durch weingeistfreien Aether bewirkte Coagulation des Albumins beobachtet.

Durch *Galvanismus* wird eine Eiweisslösung ebenfalls coagulirt, und zwar ebensowohl am negativen als am positiven Pole, da durch den Kochsalzgehalt des Eiweisses am positiven Pole Salzsäure, am negativen Natron ausgeschieden wird; am negativen Pole ist es freies Natron, welches das Albuminnatron präcipitirt.

Von fetten und flüchtigen *Oelen* wird das Albumin weder aufgelöst, noch coagulirt, sehr leicht aber schon durch geringe Mengen Kreosot.

Durch die meisten *Säuren* wird das Albumin in die unlösliche Modification umgewandelt, und dabei entweder präcipitirt oder mit der Säure verbunden in Lösung erhalten. Indessen kann man doch eine Verbindung von Schwefelsäure mit der löslichen Modification herstellen, wenn man vorsichtig in eine Eiweisslösung so lange verdünnte Schwefelsäure tröpfelt, bis die Flüssigkeit schwach sauer reagirt; filtrirt und abgedampft hinterlässt die Flüssigkeit eine gelbliche Masse, welche zwar Lackmus röthet, aber keinen sauren Geschmack hat, in Wasser sich wieder auflöst und bei 65° gerinnt; der Niederschlag ist eine Verbindung von geronnenem Albumin mit Schwefelsäure, welche weniger Schwefelsäure als die lösliche Verbindung enthält und daher in der Flüssigkeit freie Schwefelsäure zurücklässt. Das lösliche schwefelsaure Albumin wird, wie das reine Albumin, durch Alkohol, Mineralsäuren und selbst durch Essigsäure in den coagulirten Zustand versetzt.

Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Gerbsäure und Metaphosphorsäure schlagen das Eiweiss sogleich aus seiner Auflösung nieder; der Niederschlag besteht aus der angewendeten Säure und coagulirtem Albumin. Gewöhnliche Phosphorsäure, Essigsäure und Weinsäure schlagen das Eiweiss nicht nur nicht nieder, sondern verhindern sogar dessen Gerinnung in der Hitze; indessen enthalten auch diese Flüssigkeiten das Albumin in der coagulirten Modification; es findet hier nur der Unterschied statt, dass das phosphorsaure, essigsaure und weinsaure Albumin auch im Ueberschuss der angewendeten Säure aufgelöst bleibt, während diess bei dem schwefelsauren, salzsauren, salpetersauren und gerbsauren Albumin nicht der Fall ist.

Aetzende und kohlensaure *Alkalien* gehen mit dem Eiweiss lösliche Verbindungen ein, die aber das Albumin in der zweiten Modification enthalten, und demnach durch Kochen nicht coagulirt werden können.

Metallsalze schlagen das Eiweiss so nieder, dass eine Verbindung von Albumin mit der Säure des Salzes und eine mit der Basis desselben entsteht; erstre lässt sich von der letztern durch Auswaschen trennen; übrigens ist in beiden Verbindungen das Albumin coagulirt. Am empfindlichsten unter den Metallsalzen ist gegen Albumin das Quecksilberchlorid und salpetersaure Quecksilberoxydul, welche selbst noch $\frac{1}{2000}$ Albumin in einer Flüssigkeit anzeigen.

Als Reagens ist von *Hünefeld*[1]) vorzüglich Chromsäure oder doppeltchromsaures Kali empfohlen worden, welches selbst aus sehr verdünnten Auflösungen noch ein dottergelbes Gerinnsel giebt. Kaliumeisencyanür und Kaliumeisencyanid fällen das Albumin nur, nachdem dessen Lösung mit einigen Tropfen Essigsäure versetzt worden ist.

Das geronnene Albumin bildet frisch und feucht weisse Flocken oder fest zusammenhängende Massen, getrocknet ist es dagegen durchscheinend, gelblich, brüchig und pulverisirbar, ohne Geschmack und Geruch; in kaltem Wasser schwillt es wieder an, und scheint in höchst geringer Menge sich wieder aufzulösen; durch *Kochen* wird es, wie das Protein, in einen in Wasser und

1) *Hünefeld*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 9. S. 29.

einen in Alkohol löslichen, nicht krystallisirbaren Stoff zersetzt, ohne Spuren von Leim zu geben. In Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen ist das Albumin gänzlich unauflöslich. Bei der *trocknen Destillation* giebt es dieselben Zersetzungsproducte wie das Protein, nur dass im Destillate sich noch etwas Schwefelammonium befindet. Das gewöhnliche Eiweiss ist wegen eines Gehalts an phosphorsauren Kalk, der chemisch damit verbunden ist, schwer einzuäschern.

Mit verdünnten *Säuren* vereinigt sich das coagulirte Albumin und löst sich auf; übergiesst man das Albumin mit concentrirten Säuren, so löst sich die Verbindung erst beim Auswaschen auf; nur das schwefelsaure Albumin wird von reinem Wasser nicht aufgelöst. Essigsäure und gewöhnliche Phosphorsäure lösen, auch wenn sie concentrirt und im Ueberschuss angewendet werden, das Albumin auf; durch vollkommne Neutralisation mittelst eines Alkalis wird es aus diesen sauren Lösungen wieder gefällt. Concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure verhalten sich zum Albumin ganz wie zum Protein. Von concentrirter Salzsäure wird es mit einem Blau aufgelöst, welches sich mehr in Purpur oder Violett zieht, als das des reinen Proteins und andrer Proteinverbindungen. Aus seiner essigsauren Lösung wird das Albumin durch Kaliumeisencyanür weiss, durch Kaliumeisencyanid citronengelb gefällt; die Niederschläge, welche Verbindungen von Eisencyanür oder Eisencyanid mit blausaurem Albumin sind, lösen sich nicht in Säuren, aber leicht in ätzenden Alkalien wieder auf.

Von ätzenden *Alkalien* und alkalischen Erden wird frischgefälltes Albumin aufgelöst, durch vorsichtigen Zusatz von Alkali kann man völlig neutrale Verbindungen (ohne Reaction auf Pflanzenfarben) erhalten; setzt man zu einer Lösung einer solchen Verbindung einen grossen Ueberschuss einer concentrirten Lösung des ätzenden Alkalis, so wird das Alkalialbuminat gefällt. Erwärmt man diese Albuminate, so werden sie insofern zersetzt, als der Phosphor des Albumins sich des Sauerstoffs im Kali bemächtigt und der Schwefel sich mit dem Kalium verbindet; neben dem phosphorsauren Kali und Schwefelkalium bleibt Proteinkali in Lösung. Die Lösungen der Alkalialbuminate erzeugen mit *Metallsalzen* Niederschläge, welche Verbindungen von Albumin mit dem Metalloxyde sind; diese Metallalbuminate werden von Alkalien leicht

aufgelöst und bilden dann mit diesen Doppelalbuminate, die man auch erhalten kann, wenn man das Kalialbuminat mit dem fraglichen, frischgefällten Metalloxyd digerirt. Diese Verbindungen haben meist die Farbe der Salze des respectiven Metalls. Die Verbindungen des Albumins mit den Oxyden der edeln Metalle färben sich leicht schwarz von gebildetem Schwefelmetall.

Das Verhalten des Albumins zu den *Salzen* ist noch nicht hinlänglich untersucht, jedoch seine Wichtigkeit anerkannt, da man besonders hierin mit einen wichtigen Grund der verschiedenen Modificationen des Eiweisses und ihm analoger Stoffe zu finden hoffen darf.

Neutrale und nach *Bird*[1]) noch besser saure kohlensaure Alkalien lösen das Albumin leicht auf.

Das Eiweiss enthält, wie bereits erwähnt, immer phosphorsauren Kalk in der Zusammensetzung der Knochenerde ($\dot{C}a^8 \dddot{P}^3$); derselbe ist unstreitig chemisch mit dem Albumin verbunden, da er nicht nur in dem alkalischen Eiweiss aufgelöst ist, sondern auch dem Eiweiss bei der Coagulation durch Hitze oder Säuren, so wie bei der Fällung durch Metalloxyde folgt; genau ist indess sein Verbindungsverhältniss mit dem Eiweiss noch nicht eruirt; man hat im frischen Eiweiss 1,8 bis 11,0 % an Knochenerde gefunden. Eine unlösliche Verbindung von Knochenerde mit Albumin stellte *Berzelius* dar, indem er zu Albuminlösung phosphorsaures und ätzendes Ammoniak setzte und durch Chlorcalcium präcipirte; der Niederschlag enthält nur 33,3 % Albumin.

Mit *Erd-* und *Metallsalzen* vereinigt sich das Albumin wohl nur schwierig oder gar nicht. *Rose*[2]), so wie auch *Mulder*[3]) haben nämlich gezeigt, dass die durch Quecksilberchlorid und andre Metallsalze entstehenden Niederschläge aus zwei verschiedenen Albuminverbindungen bestehen, aus Albumin und Säure, welche sich auswaschen lässt, und Albumin und Metalloxyd, welche in Wasser unlöslich ist. So ist der durch Quecksilberchlorid erhaltene Niederschlag frisch Quecksilberoxydalbuminat und salzsaures

1) *Bird,* Journ. de Chim. med. 2de Ser. T. II. p. 446 et 458.
2) *Rose,* Pogg. Ann. Bd. 28. S. 132.
3) *Mulder,* Archief 1838. p. 104 et 116.

Albumin; durch längeres Auswaschen bleibt aber nur das erstre ungelöst zurück.

Zusammensetzung. Nach *Mulder*[1]) besteht das Albumin des Blutes und andrer seröser Flüssigkeiten, so wie das vegetabilische Eiweiss aus 10 Atomen Protein, 2 Atomen Schwefel und 1 Atom Phosphor; in dem des Eiereiweisses konnte er jedoch nur 1 Atom Schwefel auffinden; es ist möglich, dass das freie Natron in den Eiern beim Coaguliren des Albumins diesem 1 Atom Schwefel entzieht und Schwefelnatrium bildet. Das erstre besteht nach *Mulder* aus:

	gefunden	Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	7,09	310	6,92
Kohlenstoff	54,84	400	54,70
Stickstoff	15,83	50	15,84
Sauerstoff	21,23	120	21,47
Phosphor	0,33	1	0,35
Schwefel	0,68	2	0,72

Atomgewicht = 55983,78.

Das Eiereiweiss enthält nach *Mulder* nur 0,38 % Schwefel und sein Atomgewicht ist daher = 55692,61. Bemerkenswerth ist indessen, dass die Sättigungscapacität des nicht coagulirten Albumins viel grösser ist, als die des coagulirten.

Bereitung. Das lösliche Albumin kann nicht ganz frei von allen Mineralstoffen dargestellt werden; am reinsten erhält man es noch, wenn man Blutwasser oder Eiereiweiss im luftleeren Raume oder bei einer 50° nicht übersteigenden Temperatur in Platingefässen eindampft, den gelben Rückstand pulverisirt, mit Aether und endlich mit Alkohol extrahirt.

Völlig rein erhält man dagegen das coagulirte Albumin, wenn man den durch Salzsäure aus Eiweisslösungen entstandenen Niederschlag zunächst zur Entfernung der Salzlauge und insbesondre des phosphorsauren Kalks mit verdünnter Salzsäure auswäscht; das salzsaure Albumin darauf in reinem Wasser auflöst und mit kohlensaurem Ammoniak fällt; der Niederschlag wird dann getrocknet, pulverisirt und durch kochenden Alkohol und Aether von Fett befreit.

1) *Mulder*, Archief 1838. p. 104 et 116.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Albumin findet sich in allen denjenigen thierischen Flüssigkeiten, welche zur Ernährung des ganzen Körpers oder einzelner Theile das Material zuführen, aus dem die festen Theile des thierischen Organismus gebildet werden sollen. Daher ist das Albumin auch ein Hauptbestandtheil des Bluts, der Lymphe und des Chylus so wie aller serösen Flüssigkeiten. Es findet sich in den Flüssigkeiten des Zellgewebes, im Weissen und Gelben des Eies, in den Graafschen Bläschen, auch in der Substanz der meisten Organe selbst, vorzüglich in den Nieren und in dem Gehirn. Hierbei ist aber besonders bemerkenswerth, dass in diesen Theilen stets nur ungeronnenes Eiweiss vorkommt; nach sehr vielfachen und genauen Untersuchungen, die ich mit einzelnen Theilen des thierischen Körpers so wie mit Krankheitsproducten, dessen Grundlage Protein war, anstellte, muss ich schliessen, dass das geronnene Eiweiss, so wie wir es künstlich bereiten, nirgends im gesunden oder kranken Thierorganismus vorkommt. Es scheint, als ob das Protein in den festen Theilen des thierischen Körpers sich stets zu Faserstoff constituire.

Nach *Lecanu*[1]) variirt der Albumingehalt des Bluts bei verschiedenen Individuen, ohne dass dabei das Lebensalter einen wesentlichen Einfluss zu haben scheint, zwischen 5,8 und 7,8 $\frac{0}{0}$. Bei sehr zahlreichen, vergleichenden Untersuchungen hat *Denis*[2]) den Albumingehalt des Bluts bei Männern zwischen 4,85 und 6,3 $\frac{0}{0}$, bei Frauen zwischen 5,0 und 6,84 $\frac{0}{0}$ wechselnd gefunden, so dass also Männerblut im Mittel 5,7, Frauenblut 5,9 $\frac{0}{0}$ Albumin enthalte. Nach den Zusammenstellungen einiger andern Blutanalysen[3]) enthält das Männerblut 5,789 bis 7,827 $\frac{0}{0}$ Eiweiss, das Frauenblut 5,916 bis 7,474 $\frac{0}{0}$; im Mittel also das erstre 6,808 das letztre 6,695. Nach *Simon's* neuesten Untersuchungen ist die Menge des Albumins im venösen Blute absolut und relativ grösser als im arteriellen. Wir übergehen die Vergleichungen zwischen dem Albumingehalt des Bluts je nach dem Alter und Temperamente, da sich aus diesen, so zahlreich

1) *Lecanu*, Etudes chim. sur le sang. hum. Paris 1837.

2) *Denis*, Arch. de méd. 1838 Fevr.

3) *Braune* Uebers. v. *Rees* Anleitung zur Untersuchung des Bluts und Urins 1837.

auch die Analysen sind, wenigstens zur Zeit kein Schluss ziehen lässt.

In der Lymphe fanden *Marchand* und *Colberg*[1]) 0,434 %; im Chylus entdeckten *Tiedemann* und *Gmelin*[2]) sehr grosse Mengen Albumin. *Rees*[3]) fand im Fruchtwasser einer Frau, die sich im 8ten Schwangerschaftsmonate befand, ziemlich 1 % Eiweiss.

Das Weisse der Hühnereier enthält nach *Berzelius*[4]) 12 bis 13,8 % Albumin, das Gelbe 17 %. Die serösen Flüssigkeiten des thierischen Körpers enthalten meist weit weniger Albumin als das Blutserum, da dieselben überhaupt weit verdünntere Flüssigkeiten sind, als dieses.

Die Nieren sind so mit Eiweiss erfüllt, dass sie beim Kochen vollkommen dicht und fest werden; in der Hirnmasse fand *Vauquelin*[5]) 7 % Albumin, in den Nerven eine noch grössere Menge, *Braconnot*[6]) in der Leber 20,19 %; im Corpus vitreum des Auges wurden nur 0,16 % gefunden.

Bird[7]) will auch im Speichel Albumin nachgewiesen haben; ich fand darin eine Proteinverbindung, welche als solche sich durch ihr Verhalten gegen concentrirte Salzsäure, Salpetersäure, und durch die Fällbarkeit ihrer essigsauren Lösung durch Blutlaugensalz zu erkennen gab; dieselbe enthielt Phosphor und Schwefel, jedoch in einer andern Proportion, als im Eiweiss und Faserstoff; sie ist meinen Untersuchungen nach (vergl. *Speichelstoff*) die wesentlichste Substanz des Speichels.

In den Excretionen findet sich nach dem, was schon oben über das Vorkommen des Proteins gesagt worden ist, im normalen Zustande kein Albumin. Werden die Excretionen eiweisshaltig, so zeigt diess eine völlige Umstimmung und Störung des Ernährungs- und Ausscheidungsprocesses an.

Hauptsächlich finden wir Eiweiss in allen Colliquationen; die Darmexcremente sind stets mit coagulirbarer Materie überfüllt; in der Cholera findet längs des ganzen Darmkanals eine Ausscheidung eiweissartiger Materie statt. In den letzten Stadien der meisten chronischen Krankheiten ist der Urin eiweisshaltig; im Harne eines

1) *Marchand* und *Colberg*, Pogg. Annal. Bd. 43. S. 625.
2) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung Bd. 2. S. 66.
3) *Rees*, Lond. med. Gaz. 1828. Vol. I. p. 462.
4) *Berzelius*, Lehrb. d. Chemie. Bd. 9. S. 650.
5) *Vauquelin*, Schweig. Journ. B. 8. S. 430.
6) *Braconnot*, Ann. de Ch. et de Ph. T. 10. p. 189.
7) *Bird*, Lond. and Edinb. philos. Mag. July 1828 p. 15.

Phthisikers fand ich 6 Tage vor dessen Tode 3,216 % Albumin, in dem von einer Kranken, die an Gebärmutterkrebs litt und 13 Tage darauf starb, 2,931 %. Nach meinen Beobachtungen ist es ein constantes Zeichen bei fibris hectica. Selbst im colliquativen Schweisse habe ich einige Male Albumin gefunden.

Nutzen. Ueber die Verwendung des Albumins im thierischen Körper können wir nach der Art des Vorkommens desselben so wie nach dem, was bereits oben über das Protein gesagt worden ist, durchaus nicht in Zweifel sein. Wir wissen, dass in der thierischen Oekonomie bei der Stoffmetamorphose das Albumin als Material dient, aus dem die Grundlage einer Menge der wichtigsten Organe gebildet wird, welche schon längst mit dem Namen der eiweissartigen belegt worden sind. Wir haben gezeigt, dass nicht eigentliches Albumin in diesen Geweben enthalten ist, sondern dass das aus dem Pflanzenreiche dem thierischen Organismus zugeführte Eiweiss nur in den Theilen vorkomme, aus welchen sich erst die festen Theile des Thierkörpers erzeugen.

Es ist in der ganzen Thierchemie kaum etwas wahrscheinlicher und mit grössrer Sicherheit zu behaupten, als dass erst aus dem Albumin der Faserstoff des Blutes und der Muskeln, der Käsestoff der Milch, so wie das Globulin der Krystallinse, Hornstoff und Eiterstoff gebildet werden, obgleich wir noch nicht mit mathematischer Gewissheit die Bedingungen und Verhältnisse jener Metamorphosen des Albumins darthun können. Denn aller Bemühungen ungeachtet ist es noch nicht gelungen, Eiweiss in Faserstoff oder Käsestoff künstlich umzuwandeln. Eiweiss in Muskelfaser u. dergl. umwandeln zu wollen, wäre absurd; denn hierzu ist die einzige Bedingung die Lebenskraft, die wir nie auch nur entfernt werden nachahmen können.

Ursprung. In dem Obigen haben wir wahrscheinlich zu machen versucht, dass alles Protein dem thierischen Organismus von aussen zugeführt werde; es dürfte dieser Ansicht zufolge also hier blos in Frage gestellt werden, ob das Eiweiss, bereits vollkommen ausgebildet, dem Thierkörper mit den Nahrungsmitteln zukomme, oder ob es bei der Verdauung oder Blutbildung aus den Proteinverbindungen der Nahrungsmittel erzeugt werden könne?

Da das Protein sich in den Pflanzen stets in der Form des

Eiweisses vorfindet, das Pflanzeneiweiss aber nach *Mulder* vollkommen identisch mit dem thierischen Eiweiss ist, so dürfte wohl wenigstens die grösste Menge Eiweiss dem Thierkörper bereits vollkommen ausgebildet zugeführt werden, ganz in derselben Weise, wie wir es beim Protein gezeigt haben. Indessen müssen wir auch in Erwägung ziehen, dass aus dem Kleber, der sich in so erheblicher Menge in vielen Pflanzen findet, vielleicht das Eiweiss zum Theil auch erst im Thierkörper erzeugt werden könne; doch lässt sich hierüber zur Zeit durchaus noch nichts entscheiden, da es an allen Beobachtungen hierüber fehlt. Es wäre ja auch möglich, dass jener Kleber zur Bildung anderer stickstoffhaltiger Substanzen im Thierkörper verwendet würde.

Eine andre Frage, die noch der Entscheidung gewärtig ist, bezieht sich auf die Fähigkeit des thierischen Organismus aus den Proteinverbindungen thierischer Nahrungsmittel, z. B. Faserstoff, Käsestoff u. s. w., Eiweiss zu erzeugen. Vergeblich waren bisher alle Bemühungen der Chemiker, das geronnene Eiweiss wieder auflöslich zu machen, oder den Faserstoff in Eiweiss umzuwandeln; es lässt sich erwarten, dass diess noch einer glücklichen Hand gelingen werde; dagegen dürften wir uns wohl nicht sobald mit der Hoffnung schmeicheln, den Käsestoff mit Phosphor zu verbinden, um den Eiweissstoff herzustellen.

Wir dürfen kaum noch eine Hypothese wagen über den Weg, welchen die Natur im Thierkörper einschlägt, um das Protein mit Schwefel und Phosphor zu verbinden. Ich bemerke nur, dass die Schwefel und Phosphor enthaltende Galle gewiss mehr Einfluss auf die Stoffmetamorphose und Blutbildung habe, als die Physiologen meist anzunehmen geneigt sind.

Faserstoff. Fibrin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Auch das Fibrin erscheint in zwei Modificationen, einer löslichen und einer unlöslichen; die erstre ist jedoch noch weit weniger rein im aufgelösten Zustande zu erhalten als das Albumin. Aufgelöst erhält sich der Faserstoff nur so lange als das Liquidum, in dem er aufgelöst ist, noch unter dem Einfluss der Lebensthätigkeit sich befindet; er gerinnt, sobald er aus dem Organismus entfernt wird oder die Lebenskraft schwindet; doch kann man seine Gerinnung durch verdünnte Lösungen von schwefelsauren, salzsauren, salpetersauren, essigsauren und kohlensauren Alkalien sehr verlangsamen, ja durch concentrirte Lösungen derselben völlig verhindern. *Joh. Müller* hat einige Versuche mit dem *Liquor sanguinis* des Froschblutes angestellt, so lange der Faserstoff sich noch in demselben gelöst erhielt. Essigsäure bewirkte aus der Lösung keinen Niederschlag, ebensowenig wie Aetzammoniak; eine concentrirte Aetzkalilösung schlägt das Fibrin ebensogut wie das Albumin nieder; Aether, welcher nichts aus dem Serum sanguinis niederzuschlagen pflegt, macht den vom Froschblute abfiltrirten Faserstoff sogleich gerinnen. Bei der künstlichen Gerinnung setzt sich der Faserstoff in nicht zusammenhängenden Kügelchen ab; bei der freiwilligen dagegen bildet er ein anfangs durchsichtiges, hernach sich trübendes, fest zusammenhängendes Coagulum.

Das geronnene Fibrin erscheint im feuchten Zustande als eine undurchsichtige, gelbliche, fasrige Masse; getrocknet ist es hart, spröd, geruch- und geschmacklos, in Wasser, Alkohol und Aether unauflöslich; in *Wasser* quillt es nur auf und wird wieder weich und biegsam; durch Kochen in Wasser wird es gleich dem Protein zersetzt, ohne Leim zu geben, doch wird es anfangs hart, was nach *Mulder* beim coagulirten Eiweiss nicht der Fall ist. Durch Kochen mit *Alkohol* wird das Fibrin nicht

verändert, wohl aber, wenn es längere Zeit in Alkohol aufbewahrt wird (*Mulder*).

Wasserstoffhyperoxyd, in Berührung mit Fibrin gebracht, zersetzt sich, ohne dass dabei das Fibrin eine Veränderung zu erleiden scheint.

Mit *Säuren* verbindet sich das Fibrin ebenso wie das Albumin, doch wird es von Essigsäure weit schwieriger aufgelöst, als das Albumin; von concentrirter Salzsäure wird es indigblau gefärbt, während das Albumin violett wurde. Aus der essigsauren Lösung wird der Faserstoff gleich dem Albumin durch Mineralsäuren, Gerbsäure und Kaliumeisencyanür und -Cyanid gefällt. Mit Schwefelsäure giebt das Fibrin eine in reinem Wasser lösliche Verbindung.

Alkalien können auch von Fibrin so vollständig gesättigt werden, dass sie ihre Reaction auf Pflanzenfarben verlieren; diese Verbindungen des Fibrins mit Alkalien und alkalischen Erden sind in Wasser löslich; durch Metallsalze werden aus diesen Lösungen Verbindungen des Fibrins mit den Metalloxyden niedergeschlagen.

Auch das Fibrin scheint sich mit einigen *Salzen* verbinden zu können, wenigstens findet man dasselbe immer von phosphorsaurem Kalk begleitet.

Hierher würde auch die Beobachtung von *Denis*[1]) gehören; derselbe giebt nämlich an, dass reiner und wohl ausgewaschener Faserstoff sich in der wässrigen Lösung eines Alkalisalzes, z. B. salpetersauren Kali nach 24 Stunden zu einem Liquidum auflöse, welches dem flüssigen Albumin in sofern gleiche, als es von Quecksilberchlorid gefällt und durch Alkohol sowohl als durch eine Temperatur von 78° C. coagulirt werde; verdünne man die Lösung, so falle zwar der Faserstoff mit seinen frühern Eigenschaften nieder, allein, wenn jener Auflösung etwas Aetznatron zugesetzt werde, so geschehe diess nicht mehr, während die Flüssigkeit die eben angeführten Eigenschaften des Eiweisses behalte. *Denis* glaubt demnach die Identität des Fibrins und Albumins nachgewiesen zu haben; doch würde durch diese Operation höchstens löslicher Faserstoff erzeugt worden sein; die Versuche selbst sind indessen von *Solli*[2]) bestätigt worden; mehreren englischen Gelehrten so wie *Fr. Simon* gelang derselbe nur, wenn sie etwas freies Alkali zu Hülfe nahmen.

1) *Denis*, Arch. de médècine 1838 Fevr.

2) *Solli*, Annal. univ. di med. 1839 April. p. 25—33.

So führte auch *Arnold* an, dass sich frischer Faserstoff in einer concentrirten Salmiaklösung auflösen solle; doch gelang weder *Berzelius*[1]) noch *Fr. Simon*[2]) dieser Versuch.

Wenn der Faserstoff unter Wasser *fault*, was er, je nachdem er weicher oder härter ist, leichter oder schwerer thut, so bilden sich Körper, welche sich im Wasser auflösen und in der Hitze coagulirt werden, theilweise auch in Alkohol löslich sind; doch möchte ich nach meinen Untersuchungen dieselben deshalb noch nicht, wie *Fr. Simon*[3]), für identisch mit Eiweiss und Faserstoff halten. Die Verbindungen des Fibrins mit Gerbsäuren und mit Metalloxyden gehen nicht in Fäulniss über.

Zusammensetzung. Nach *Mulder* ist das Fibrin ebenso zusammengesetzt wie das Albumin aus den Eiern; es besteht nämlich aus 10 At. Protein, 1 At. Phorphor und 1 At. Schwefel.

	gefunden	Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	6,90	310	6,95
Kohlenstoff	54,56	400	54,90
Stickstoff	15,72	50	15,89
Sauerstoff	22,13	120	21,55
Schwefel	0,36	1	0,36
Phosphor	0,33	1	0,35

Demnach ist das Atomgewicht des Fibrins = 55692,61.

Mulder will ziemlich constant im Fibrin des Blutes 6,70 % Knochenerde gefunden haben; welche Beobachtung in sofern von Interesse ist, als dann im Fibrin und in der demselben zugehörigen Knochenerde gleichviel Phosphor enthalten sein würde.

Darstellung. Um den noch im Liquor sanguinis aufgelösten Faserstoff zu untersuchen, verdünnte *Joh. Müller*[4]) Froschblut mit Zuckerwasser, und prüfte die schnell filtrirte Flüssigkeit mit Reagentien; dieselbe enthält natürlich ausser dem Fibrin noch das Albumin des Serums nebst vielen andern Stoffen, und kann also nur die Reactionen angeben, durch die das Fibrin sich positiv verschieden von dem Albumin verhält.

1) *Berzelius,* Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 57.
2) *Fr. Simon,* Medicinisch-analytische Chemie S. 32.
3) *Fr. Simon,* a. a. O. S. 33.
4) *Joh. Müller,* Physiol. Bd. 1. S. 121.

Das geronnene Fibrin erhält man am reinsten auf folgende Weise: Eben aus der Ader gelassenes Blut wird in eine Flasche gebracht und mit Schrotkörnern oder kleinen Steinen einige Zeit geschüttelt, oder so lange gequirlt, bis die Coagulation des Faserstoffs vollendet ist. Dadurch bewirkt man, dass das Fibrin sich nicht als zusammenhängende Masse ausscheidet und die Blutkörperchen mit einschliesst, sondern dass es sich in einzelnen Klümpchen absetzt, während die Blutkörperchen unversehrt im Serum schwebend erhalten werden. Nach Entfernung des von den Blutkörperchen roth gefärbten Serums knetet man den Faserstoff wiederholt mit Wasser aus, und hängt ihn in einem leinenen Sacke in destillirtes Wasser, wodurch die Salze und das Blutpigment am besten und vollkommensten ausgezogen werden; die so erhaltene Masse digerirt man erst mit kaltem und dann wiederholt mit heissem Alkohol und endlich mit Aether, welcher das dem Faserstoff hartnäckig anhängende Fett vollends auszieht.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Aufgelöst findet sich das Fibrin meist nur in geringer Menge im thierischen Organismus vor, wie im Blute, in der Lymphe und im Chylus. Nach *Denis*' zahlreichen Beobachtungen ist das Männerblut reichhaltiger an Fibrin als das Frauenblut. Im arteriellen Blute hat man allgemein mehr Fibrin als im venösen gefunden. Bei animalischer Kost enthält das Blut weit mehr Fibrin, als bei vegetabilischer. In inflammatorischen Krankheiten, in der Gicht und in den Hämorrhoiden enthält das Blut mehr Fibrin, als im gesunden Zustande. Im Blute solcher, die an Skorbut, atonischen Blutflüssen, Hysterie und andern kachektischen Krankheiten leiden, ist das Blut sehr arm an Fibrin; das Menstrualblut ist ganz frei davon.

Lecanu[1]) fand im Menschenblute 0,136 bis 0,723 % trocknes Fibrin, *Joh. Müller*[2]) im Ochsenblute 0,496 %, *Tiedemann* und *Gmelin*[3]) im Chylus 0,17 bis 1,75 %, *Marchand* und *Colberg*[4]) in der Lymphe 0,52 %.

1) *Lecanu*, sur le sang humain a. a. O.

2) *Joh. Müller*, Physiol. Bd. 1. S. 110.

3) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung. Bd. 2. S. 66.

4) *Marchand* und *Colberg*, Pogg. Ann. Bd. 48. S. 265.

Denis fand im *Männerblute* nur 0,2 bis 0,4 %, im *Frauenblute* 0,20 bis 0,310 trocknes Fibrin.

Nach *Denis* verhält sich der Gehalt des *Venenbluts* an Faserstoff zu dem des *Arterienbluts* im Menschen = 24 : 25, nach *Joh. Müller* bei Ziegen = 24 : 27, nach *Berthold*[1]) = 366 : 429, bei Katzen = 474 : 521, bei Hunden = 500 : 666, bei Hammeln = 475 : 566. Das Mittel aus diesen Beobachtungen ist, das sich die Quantität des Fibrins im Venenblute zu der im Arterienblut = 23 : 29 verhält.

Scudamore giebt an, das er das *entzündliche Blut* fibrinreicher gefunden habe, als das gesunde. Meine Versuche bestätigen diese Beobachtungen; im Blute eines an Pneumonie leidenden Jünglings fand ich 0,821 % Fibrin, während das Blut desselben Subjects vier Wochen nach seiner Herstellung nur 0,313 % enthielt. *Simon* hat, wie ich eben lese, bis 0,915 % Fibrin im Blute einer an Pneumonie leidenden Frau gefunden. Die *Crusta inflammatoria*, welche sich vorzüglich auf dem Blute solcher zeigt, die an Lungen- oder Brustfellentzündung leiden, verdankt aller Wahrscheinlichkeit nach ihre Entstehung der grossen Menge Faserstoff, welche sich sehr allmählig aus dem Blute abscheidet, so dass die Blutkörperchen von den zuerst gerinnenden Faserstofftheilchen mit niedergerissen und eingehüllt werden und später sich nur fettreicher Faserstoff abscheidet. *Joh. Müller* hat zuerst nachgewiesen, dass jene Cruste nichts als fetthaltiger Faserstoff sei und nur der allmähligen Gerinnung des Faserstoffs ihren Ursprung verdanke.

Bei der oben erwähnten *Fleischkost* fand ich im Venenblute, nachdem ich 5 Tage nur Animalien genossen hatte, 0,491 % trocknen Fibrins, nach 14 Tagen 0,665 %; 6 Tage, nachdem ich wieder angefangen hatte, gemischte Speisen zu geniessen 0,334 %; als ich mich 5 Tage von Vegetabilien genährt hatte 0,331 %, nach 14 Tagen 0,229 %. Zwei Jahre nach dieser Beobachtung stellte ich dieselben Versuche an, und gelangte zu demselben Resultate, dass nämlich proteinreiche Nahrungsmittel die Quantität des Faserstoffs im Blute vermehren, proteinarme vermindern. Die Vermehrung des Eiweisses stand nicht in gleichem Verhältnisse mit dem Faserstoff; bei gemischter Kost fand ich nämlich im Venenblute von mir 5,323 Albumin, nach 14 Tagen animalischer Kost nur 6,275 % und bei vegetabilischer 5,101 %.

Auffallend ist es, dass ich im Blute von *Hämorrhoidariern* den Faserstoffgehalt ebenfalls in höherm Grade vermehrt fand, als den Eiweissstoff, obgleich ich in dem durch den Mastdarm von solchen Kranken entleerten Blute nie Faserstoff fand; dagegen stimmt mit dieser Beobachtung überein, nicht nur, dass die meisten Venensteine

1) *Berthold*, Burdach's Physiol. Bd. 4. S. 382.

sehr fibrinhaltig sind, sondern auch die interessante Wahrnehmung, die Prof. *Hasse* und ich während der animalischen Kost machten, dass wir nämlich nach Verlauf von 10 Tagen Drücken und Brennen im After bekamen, was sich bis Ende der Beobachtung täglich vermehrte. Wir beide sind übrigens bis jetzt stets von Hämorrhoidalbeschwerden verschont geblieben. Im Blute eines Hämorrhoidariers fand ich 0,705 %, in dem eines andern 0,639 % Fibrin; dagegen nur 5,821 und 6,123 % Albumin. — Im Blute dreier *Arthritiker* fand ich 0,682 %, 0,599 % und 0,641 % Fibrin und 6,127, 6,287 und 6,403 % Albumin. Es scheint demnach, als würden in der *Arthritis acuta* feste organische Theile in den Haargefässen aufgelöst, und zunächst hauptsächlich in Faserstoff verwandelt, um erst dann weiter in Harnsäure, Harnstoff, Ammoniak u. s. w. zersetzt zu werden.

Das Blut *Skorbutischer* ist nach *Berzelius*[1]) sehr arm an Faserstoff. Im Blute eines Kranken, welcher am Morbus maculosus Werlhofii litt, fand ich 0,025 % Faserstoff und 3,711 Eiweis; bei einer *Haematemesis*[2]) 0,042 % Fibrin auf 4,017 % Albumin; im Blute einer *Hysterischen*, die täglich von Krämpfen befallen wurde, 0,117 % Fibrin und 5,617 % Albumin; im Blute zweier *Diabetiker* 1,156 und 0,234 % Faserstoff neben 3,888 und 4,259 % Eiweiss. *O. Henry* und *Soubeiran*[3]) haben im diabetischen Blute nur 0,243 % Faserstoff auf 5,548 % Eiweiss gefunden. Bei *Phthisis pulminalis purulenta* im dritten Stadio fand ich im Blute 0,059 % Faserstoff und 3,914 % Eiweiss.

Magendie behauptet, dass, wenn sich der Gehalt des Bluts an Fibrin merklich vermindert, die Blutkörperchen in Theile gelangen, zu welchen sie gewöhnlich nicht durchzudringen pflegen, woraus er dann das Entstehen der Petechien im Scorbut und Morbus maculosus Werlhofii herleitet. Vergleichen wir die von mir mitgetheilten Untersuchungen des Bluts in verschiedenen Krankheiten, so erscheint *Magendie's* Ansicht nicht ganz unwahrscheinlich; doch dürften wohl zu jener Petechienbildung in Krankheiten noch andre Bedingungen nothwendig sein, obgleich folgender Versuch *Magendie's* ganz für dessen Ansicht zu sprechen scheint; derselbe injicirte nämlich einem Thiere, dem er Blut entzogen hatte, das letztre, nachdem er es durch Schlagen vom Faserstoff befreit hatte; *Magendie* sah dann sehr bald ähnliche blaue Flecken, wie im Morbus maculosus, entstehen.

Da man bis auf die neuere Zeit der Meinung war, der Faser-

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 105.

2) Einer der vielen Fälle, die mir die Güte meines verehrten Lehrers, des Hrn. Hof- und Medic. Raths *Clarus*, genauer zu untersuchen gestattete.

3) *O. Henry* und *Soubeiran*, Journ. de Pharm. T. 12. p. 330.

stoff komme im thierischen Körper nur coagulirt vor, der Blutkuchen bilde sich nicht durch Gerinnung des im Blut aufgelösten Faserstoffs, sondern entweder durch Zerplatzen der Blutkörperchen oder nach *Prevost* und *Dumas* dadurch, dass die festen, in dem Blute nur suspendirten Faserstofftheilchen sich, wenn das Blut in Ruhe gerathe, zu filzigen, fasrigen Massen zusammenzögen und die Blutkörperchen mit einhüllten; so dürfte es nicht unpassend sein, die von *Joh. Müller* aufgestellten Beweise dafür, dass der Faserstoff im Blute wirklich aufgelöst vorkomme, etwas näher anzugeben. *Berzelius* vermuthete zwar schon längst, der Faserstoff möge sich wohl im Blute aufgelöst befinden, weil die Lymphe und der Chylus auch freiwillig gerinnen und ein farbloses Faserstoffgerinsel absetzen: allein erst *Joh. Müller* verdanken wir die genauere Beweisführung dieses Gegenstandes. Nachdem dieser ausgezeichnete Beobachter sich davon überzeugt hatte, dass das Blut sich ohne alle Verletzung der Blutkörperchen mit Zuckerwasser (1 Th. Zucker auf 200 Th. Wasser) verdünnen liess, brachte er frisches Froschblut auf ein mit Zuckerwasser befeuchtetes Filter; von den Froschblutkörperchen, welche das Filter nicht durchdringen, lief dann eine klare, farblose Flüssigkeit ab, welche ein farbloses Coagulum von reinem Faserstoff allmählig absetzte. Ferner beobachtete er frisches mit Serum verdünntes Froschblut unter dem Mikroskope, und sah, wie sich hie und da zwischen den unversehrten Blutkörperchen Faserstoffgerinsel bildeten. Wurde drittens frisch entzogenes Blut mit einer verdünnten Lösung von kohlensaurem Kali verdünnt, so gerann das Blut sehr langsam; die sich zuerst ausscheidenden Massen waren sehr roth gefärbt und schlossen alle Blutkörperchen ein, später schied sich noch aus dem bereits farblos gewordenen Serum über dem rothen Blutkuchen ein weisses Coagulum ab, welches gleich der Crusta inflammatoria hauptsächlich aus Faserstoff bestand. Den wichtigsten Beweis endlich dafür, dass der Faserstoff im Blute wirklich aufgelöst sei, fand *Joh. Müller* darin, dass er in geschlagenem, gequirltem Blute von Menschen, nachdem er es vom Coagulum abfiltrirt hatte, die durch das Filter gegangenen Blutkörper unter dem Mikroskop ganz unverletzt und unversehrt unterscheiden konnte.

In geronnenem Zustande findet sich der Faserstoff in allen, von den Histologen sogenannten, eiweissartigen Geweben, hauptsächlich in den Muskeln, im Uterus (nicht im elastischen Gewebe) u. s. w. Häufig findet man auch den geronnenen Faserstoff in krankhaften Ablagerungen, Venensteinen, entzündlichen Exsudaten und Pseudoligamenten.

Nutzen. Der Faserstoff ist nach allem, was eben über das Vorkommen desselben gesagt wurde, nächst dem Eiweiss einer

der wichtigsten Stoffe für die ganze Ernährung und Umbildung des thierischen Körpers; ja der Faserstoff scheint noch einen Grad näher den vollkommen ausgebildeten Geweben des Thierkörpers zu stehen, als der Eiweissstoff; er ist schon mehr vorbereitet und geeignet, um abgelagert und in die Masse der Organe selbst eingesenkt zu werden; er ist nichts als ein vervollkommneter Eiweissstoff; deshalb ist er weit wichtiger für das thierische Leben als selbst das Eiweiss, aus dem er gebildet wird. Wir ersehen diess daraus, dass die Menge des Faserstoffs, obgleich gering, im Blute viel variabler ist, als die des Albumins; wir bemerken im venösen Blute keine solche constante Verminderung des Eiweissstoffs, so wie wir sie am Faserstoff wahrnehmen; der Faserstoff muss es demnach vorzüglich sein, der in den Haargefäsen, im Parenchym der Organe, abgelagert wird.

Bei dieser Abscheidung des Faserstoffs in der Substanz der Organe dürfen wir die Beobachtung *Joh. Müller's* nicht unbeachtet lassen, dass die Blutkörperchen aus faserstoffhaltigen Flüssigkeiten sich leicht absetzen, in blos eiweisshaltigen aber suspendirt bleiben; es ist wohl kein zu kühner Schluss, wenn wir glauben, dass auch hier zugleich mit dem Faserstoff Blutkörperchen mit ausgeschieden und zur Ernährung und Vergrösserung der Substanz der Organe verwendet werden. Die Blutkörperchen haben zu faserstoffhaltigem Blute nur geringe Adhäsion, zu rein eiweisshaltigem dagegen weit mehr; deshalb bleiben sie in letzterem nicht nur suspendirt, sondern sie treten auch, wie uns pathologische Erscheinungen und *Magendie's* Versuche lehren, mit der Blutflüssigkeit zugleich, wenn diese keinen Faserstoff enthält, durch die Wände der Capillargefässe, ganz so wie wir oft ungelöste Körper mit sehr zähen, schleimigen Flüssigkeiten durch das Filter gehen sehen, was bei reinen Flüssigkeiten nicht der Fall ist. Wir können uns daher den Ernährungsprocess so vorstellen, dass in den Schlingen der Haargefäse, in denen der Blutlauf sich verlangsamt, zuvörderst Faserstoff, der sich nach *Mulder* im Blute stets an Alkali gebunden findet, durch die Säure des Parenchyms der meisten Organe abgeschieden werde, dieser aber mit sich einige Blutkörperchen fixire; das Blutserum durchdringt die Wände der Gefässe, ohne Blutkörperchen mit hindurchzudrängen, so lange als noch, wie im normalen Zustande,

Faserstoff genug sich im Blute aufgelöst befindet; die parenchymatöse Säure und der Nerveneinfluss vollenden die Assimilation des abgeschiedenen Faserstoffs und der Blutkörperchen so wie des vielleicht durchgeschwitzten Eiweisses. Wie diese weitere Umwandlung geschehe, darüber ist es nicht einmal gestattet, eine Hypothese aufzustellen, da es uns an allen Mitteln fehlen würde, dieselbe mit Gründen zu unterstützen; überlassen wir diess der Lebenskraft.

Soviel dürfte aber doch mit Gewissheit aus den oben angeführten Beobachtungen über das Vorkommen des Faserstoffs in gesundem und krankem Blute hervorgehen, dass der Faserstoff vielleicht der wichtigste Factor bei dem Stoffwechsel in der Substanz der Organe sei. Denn wir finden das Blut bei Männern im Allgemeinen faserstoffreicher als bei Frauen, was ganz übereinstimmend ist mit der rigideren Faser des männlichen Körpers und namentlich dem Hervortreten des faserstoffreichsten Gewebes, der Muskeln.

In allen Krankheiten, in welchen vorzugsweise die Ernährung beeinträchtigt ist, finden wir weniger Faserstoff im Blute; oft ist das Blut reich an Eiweiss, wie in der Hysterie, es ist aber nicht nährend, da es arm an Faserstoff ist. In entzündlichen Krankheiten dagegen, wo vorzüglich die vegetativen Thätigkeiten d. h. die, welche sich auf die Stoffbildung beziehen, in hohem Grade gesteigert sind, vermehrt sich die Menge des Faserstoffs im Blute um ein bedeutendes, so dass selbst Ausscheidung einer faserstoffhaltigen Flüssigkeit statt findet, welche zur Bildung von Pseudomembranen und Pseudoligementen Veranlassung giebt, sämmtlich Substanzen, welche aus reinem coagulirten Faserstoff bestehen.

Ursprung. Noch sind uns die Fragen zu beantworten übrig: ob der Faserstoff dem Organismus von aussen zugeführt werde, oder ob er sich erst im thierischen Körper selbst bilde und wie er gebildet werde? Wir haben unter dem Protein zu beweisen gesucht, dass die Grundlage aller proteinhaltigen Körper im pflanzlichen Organismus aus seinen Elementen erzeugt, im thierischen aber erst gleichsam verarbeitet werde. Da die meisten Thiere von Vegetabilien sich recht wohl nähren, wenn dieselben nur Stickstoff oder vielmehr Eiweiss enthalten, in den Pflanzenreiche

13*

aber nie Faserstoff gefunden wird, so muss die Erzeugung des Faserstoffs wohl im thierischen Körper zu suchen sein. Da die Pflanzen dem thierischen Organismus meist schon ausgebildetes Eiweiss zuführen, so geschieht die Umwandlung des Eiweisses in Faserstoff bei der ganz analogen Zusammensetzung beider Körper gewiss sehr leicht schon durch geringe chemische Kräfte; in welcher Art aber hier der Chemismus wirke, lässt sich nicht entscheiden, da es zur Zeit noch Niemanden geglückt ist, das Albumin in wahres Fibrin zu verwandeln. Wir wissen nicht, ob im Magen und in den ersten Wegen überhaupt schon das geronnene Eiweiss als Faserstoff wieder aufgelöst werde, ferner ob der in den Magen von aussen gebrachte Faserstoff nur aufgelöst oder erst wieder in Eiweiss verwandelt werde, um dem Blnte zugeführt zu werden. Diese Fragen lassen sich nicht nur wegen der grossen Aehnlichkeit der Stoffe an sich nicht leicht entscheiden, sondern auch deshalb, weil Faserstoff wie Eiweiss, welche beide von den Verdauungsflüssigkeiten aufgelöst werden, im löslichen Zustande nur in Verbindung mit andern Körpern bekannt sind. Im Blute selbst finden sich ja nach *Mulder* nur Fibrate und Albuminate.

Dürften wir aus dem Vorkommen des Faserstoffs im Blute etwas schliessen, so möchte es fast scheinen, als ob erst im Blute selbst der Faserstoff gebildet werde.

Tiedemann und *Gmelin* fanden im Chymus (allerdings nur mit den Mitteln, welche jetzt dem Chemiker zur Unterscheidung jener höchst analogen Körper zu Gebote stehen) keinen Faserstoff, entdeckten jedoch im Chylus des Ductus thoracicus schon geringe Mengen davon. Man ist daher wohl schon längst der Meinung gewesen, dass in den Mesenterialdrüsen die Faserstoffbildung geschehe; doch findet man in dem Chylus auch bereits Blutkörperchen, von denen man indessen schwerlich glauben dürfte, dass ihre Werkstätte in den Mesenterialdrüsen zu suchen sei; deshalb hat man auch der Ansicht meist den Vorzug gegeben, dass in jenen Drüsen ein Uebergang des Bluts aus den Blutgefässen in die Lymphgefässe und so eine Vermischung des Chylus mit Blut geschehe, die eigentliche Sanguification wohl aber mehr in den Lungen bewerkstelligt werde. Die letztere Meinung könnte vielleicht auch durch die rücksichtlich des Faserstoffs gemachten Beobach-

tungen unterstützt werden. Wir kommen nämlich auf die Thatsache zurück, dass das arterielle Blut mehr Faserstoff als das venöse enthalte; dazu ist die Menge des Eiweisses im Blute überhaupt so überwiegend, dass nichts wahrscheinlicher gedacht werden kann, als dass bei der Umwandlung des venösen Blutes in arterielles durch die Respiration aus Eiweiss Faserstoff erzeugt werde. Dafür sprechen aber auch noch mehrere physiologische und pathologische Erscheinungen; durch starke körperliche Bewegungen wird der Muskelbau des Körpers sehr verstärkt; die faserstoffreichsten Organe, die Muskeln nehmen bedeutend an Umfang zu, viel Faserstoff wird abgelagert; die Ursache finden wir nicht blos in der localen und speciellen Thätigkeit der Muskeln, sondern gewiss zum grossen Theil mit in der durch die allgemeine Körperbewegung bedingten Beschleunigung der Respiration.

In der Tuberkelmaterie fand ich den Schwefel und Phosphor meist in demselben Verhältnisse, wie im Eiweiss und Faserstoff; waren jedoch die Tuberkeln bereits etwas erweicht, so konnte ich darin nur Spuren von Phosphor finden; in völlig erweichten Tuberkeln fand ich nur Schwefel; und in solchen, die bereits in Eiterung übergegangen, war wohl Protein und Schwefelammonium und Schwefelkalium, aber meist kein an Protein gebundener Schwefel; das Protein, welches sich nach der S. 58 angegebenen Weise in dem Lungenparenchym abgelagert hat, erleidet hiernach keine Veränderung in seinen organischen Bestandtheilen, denn immer zeigte die Tuberkelmaterie die Reactionen des Proteins; nur der Schwefel und Phosphorgehalt war verschieden; es scheint aus diesen Versuchen ziemlich deutlich hervorzugehen, dass die Tuberkelerweichung immer von einer Oxydation des Schwefels und Phosphors begleitet ist.

Fragen wir nach der Art und Weise, wie die Umwandlung des Eiweisses in Faserstoff in den Lungen geschehe, so möchte der Erklärung dieses Processes fast nichts entgegenstehen, als die fast zu grosse Einfachheit unter den so verwickelten animalischen Processen. Es scheint nämlich, als ob nur eine simple Oxydation statt finden müsse, um den Eiweissstoff in Faserstoff zu verwandeln. Erinnern wir uns, dass das Albumin des Bluts 2 Aequiv. Schwefel enthielt, während im Fibrin nur 1 Aequiv. vorkommt, so würden wir sehr geneigt sein, anzunehmen, dass die Hälfte des Schwefels im Eiweiss durch den den Lungen zuge-

führten Sauerstoff in Schwefelsäure verwandelt werde und diese sich mit dem Alkali des Albumins verbinde, um aus dem Eiweiss Faserstoff zu bilden, wenn uns nicht an der Annahme dieser Hypothese zwei nicht zu übersehende Thatsachen hinderten. Es fragt sich nämlich erstens, warum, wenn die Oxydation des einen Aequiv. Schwefels in den Lungen so leicht geschieht, wir durchaus noch nicht im Stande gewesen sind, das Eiweiss in Faserstoff zu verwandeln? zweitens warum das Eiereiweiss, welches nur 1 Aequiv. Faserstoff enthält, nicht identisch mit den Faserstoff ist? und endlich warum bei der Respiration nur eine so kleine Menge Eiweiss in Faserstoff umgewandelt wird? Die Beantwortung dieser Fragen und die Verwerfung und Verbesserung jener Hypothese muss fernern Untersuchungen überlassen bleiben.

Globulin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper stimmt in seinen physischen und chemischen Eigenschaften so mit andern löslichen Proteinverbindungen überein, dass man ihn für Albumin angesehen hat, während in neuerer Zeit *Fr. Simon* ihn nur für eine Modification des Caseins erklärt. Da letztre Ansicht, wie aus *Mulder's* Elementaranalyse und einigen von mir gemachten Beobachtungen hervorgeht, noch keineswegs über allen Zweifel erhoben ist, so behandeln wir hier das Globulin noch als einen ganz eigenthümlichen Körper, und führen dessen Eigenschaften hier so an, wie wir sie selbst an dem auf unten angeführte Weise dargestellten Globulin der Krystalllinse und des Blutes gefunden haben.

Wohl eingetrocknet erscheint das lösliche Globulin in Form einer gelblichen, durchscheinenden, brüchigen Masse, ohne Geschmack und Geruch; im Wasser quillt es gleich dem Eiweiss an und löst sich zu einer schleimigen Flüssigkeit mit Zurücklassung einiger Flocken auf; durch *Alkohol* wird es aus der wässrigen

Lösung niedergeschlagen; das Präcipitat ist dann in Wasser unlöslich, löst sich aber grösstentheils in kochendem Alkohol auf, aus dem es zum Theil beim Erkalten sich wieder ausscheidet; von Aether wird es nicht verändert. Die wässrige Lösung des Globulins opalisirt (nach meinen Untersuchungen) nicht eher als bei 73° C., wird bei 83 bis 85° milchig trüb, es scheidet sich bei 98° C. nicht wie das Eiweiss in zusammenhängenden Massen oder Flocken aus, sondern mehr in Form eines weissen *körnigen* Niederschlags. Getrocknet lässt sich das Globulin gleich dem Eiweiss bis 100° C. erhitzen, ohne in die unlösliche Modification überzugehen. Durch *Kreosot* wird das Globulin ebenfalls coagulirt.

Durch einige Tropfen concentrirten *Essig* wird die Globulinlösung getrübt; erhitzt man diese Flüssigkeit bis 50°, so scheidet sich ein weisses Coagulum aus; die durch ein wenig *Essigsäure* getrübte Flüssigkeit wird zwar auf Zusatz von mehr Essigsäure etwas klarer, bleibt jedoch immer opalisirend; diese Flüssigkeit kann erst durch eine Temperatur von 98° zum vollkommnen Gerinnen gebracht werden; nur bei grossem Ueberschuss von Essigsäure verliert das Globulin die Fähigkeit, durch Hitze coagulirt zu werden. Aus der essigsauren Lösung wird das Globulin sowohl durch Ammoniak als durch Mineralsäuren gefällt. Versetzt man die wässrige Globulinlösung mit Aetzammoniak oder einem Alkali, so bleibt die Flüssigkeit klar; neutralisirt man aber darauf mit Essigsäure, so wird das Globulin präcipitirt, ein Zeichen, dass das Globulin ebensowohl durch Essigsäure als durch Alkalien in die unlösliche Modification verwandelt wird.

Im Uebrigen verhält sich das Globulin in seiner wässrigen Lösung zu Mineralsäuren und Metallsalzen ganz wie das Eiweiss.

Fr. Simon[1]) hat die schöne Entdeckung gemacht, dass das Globulin gleich reinem Casein durch Kälberlab nicht coagulirt werde, wohl aber, wenn sich neben der fraglichen Verbindung zu gleicher Zeit Milchzucker mit in Lösung befindet, nach Verlauf einiger Stunden bei einer Temperatur von 30° C. Das lösliche Globulin zersetzt sich viel leichter als andre Proteinverbindungen; schon beim *Kochen* entwickelt es Ammoniak; auch geht es viel schneller als Albumin und Casein in *Fäulniss* über.

1) *Fr. Simon*, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 19. S. 257.

Das geronnene Globulin bildet trocken eine weisse, halbdurchscheinende Masse, die sich leicht in ein feines unfühlbares Pulver zertheilen lässt; im feuchten Zustande ist es weiss und körnig; es ist ohne allen Geruch und Geschmack; wird durch Kochen mit *Wasser*, wie Eiweiss und Protein zersetzt; von kochendem *Alkohol* wird es in geringer Menge aufgelöst.

Das feuchte, durch Kochen coagulirte Globulin löst sich ziemlich leicht in *Essigsäure* auf; neutralisirt man diese Lösung vorsichtig mit Ammoniak, so fällt das Globulin nieder, eine Eigenschaft, durch welche es sich vom Albumin unterscheidet, welches letztre im essigsauren Ammoniak aufgelöst bleiben würde. Das trockne Globulin löst sich nur theilweise in Essigsäure auf und hinterlässt eine unlösliche Verbindung von Globulin mit Essigsäure. Aus der essigsauren Lösung wird das Globulin durch Kaliumeisencyanür und Gerbsäure wie alle Proteinverbindungen gefällt.

Gegen andre *Säuren* verhält sich das geronnene Globulin ganz wie geronnenes Albumin und Fibrin, indem es mit denselben Verbindungen eingeht, die sich in reinem Wasser, aber nicht in säurehaltigem lösen.

In *Alkalien* löst sich das Globulin leicht auf, wird aber durch blosse Neutralisation mit Säuren wieder daraus niedergeschlagen. Auch das coagulirte Globulin geht leichter als geronnenes Albumin und Fibrin in *Fäulniss* über, wobei es viel Ammoniak und Schwefelammonium entwickelt.

Zusammensetzung. Auch die Zusammensetzung des Globulins ist von *Mulder*[1]) eruirt und als eine Proteinverbindung constatirt worden; er fand darin 0,252 % freien Schwefel, was 1 Atom Schwefel auf 15 Atome Protein entsprechen würde. Freien Phosphor konnte er nicht darin auffinden.

Nachdem *Mulder* das Globulin des Blutes als eine Proteinverbindung erkannt hatte, untersuchte ich das Globulin der Krystalllinse von Kälbern und fand darin in drei Versuchen 0,268, 0,261 und 0,272 % freien Schwefel, aber ebenfalls keinen Phosphor; an Mineralbestandtheilen fand ich in der Asche 0,198 % löslicher kohlensaurer Alkalien, 0,213 % phosphorsauren Kalk und 0,112 % Kalk, der wie die Alkalien mit dem Globulin in der löslichen Form desselben verbunden ist.

1) *Mulder*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 19. S. 189.

Das Atomgewicht des reinen Globulins = Pr^{15} S ist demnach = 83144,085.

Darstellung. Das *lösliche Globulin* kann, wie das lösliche Albumin, nicht in völlig reinem Zustande dargestellt werden; das Globulin, welches das obige Verhalten zeigte, wurde aus der Krystalllinsenflüssigkeit erhalten, indem dieselbe, mit Essigsäure neutralisirt, bei einer Temperatur unter + 50° C. zur Trockenheit abgedampft, und der Rückstand mit Aether und verdünntem Alkohol ausgezogen wurde. Das Globulin des Blutes, welches nicht ohne Zersetzung vom Hämatin getrennt werden kann, zeigte abgesehen von der Farbe ganz dasselbe Verhalten, wie das auf eben angegebene Weise aus der Krystalllinse dargestellte Globulin.

Das *coagulirte Globulin* bereitete *Mulder* durch blosses Ausziehen des durch Kochen gefällten Globulins mit Alkohol und Aether; das von mir untersuchte geronnene Globulin war durch Salzsäure gefällt, mit derselben Säure ausgewaschen, dann in Wasser gelöst, durch kohlensaures Ammoniak wieder gefällt, und endlich mit Wasser, Alkohol und Aether ausgewaschen worden, worauf es sich dann ohne Aschenrückstand verbrennen liess.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Globulin findet sich in den Zellen der Krystalllinse in sehr concentrirter Lösung. *Berzelius*[1]) fand in der Krystalllinse des Menschen 35,9 % trocknes Globulin. Im Blute macht das Globulin einen Hauptbestandtheil desselben aus, indem es mit dem Hämatin die feste Rinde der Blutkörperchen bildet; nach *Lecanu* besteht diese Rinde aus 98,226 % Globulin und 1,774 % Hämatin, was, wenn wir nach *Lecanu* im Blute 11,2 bis 13,3 Blutkörperchenrinde annehmen, 11,001 bis 13,064 % Globulin betragen würde. In andern Theilen des thierischen Körpers ist das Globulin noch nicht gefunden worden; gleich dem Eiweiss scheint es nur im löslichen Zustande im Thierkörper vorzukommen; im Blute ist es zwar nicht aufgelöst, doch ist es in der Rinde der Blutkörperchen in löslichem Zustande enthalten, und scheint nur durch das kochsalzhaltige Serum unaufgelöst erhalten

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 528.

zu werden. Das Serum enthält nämlich gerade ein Minimum von Kochsalz, durch welches wenigstens die innige Verbindung des Globulins mit Hämatin, so wie sie die Rinde der Blutkörperchen ausmacht, sich aufzulösen verhindert wird. Denn verdünnt man das Blut nur mit wenig reinem Wasser, so werden die Blutkörperchen alsbald erweicht und aufgelöst, wogegen eine Flüssigkeit, die nur 1 % Kochsalz enthält, keine Wirkung der Art vorbringt.

N u t z e n. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass das Globulin der Blutkörperchen mit zur Ernährung der Theile des Thierkörpers von der Natur angewendet wird, zumal da es sogar in weit grössrer Menge im Blute als selbst das Eiweiss enthalten ist; dass ferner das an Alkalien gebundene Globulin der Blutkörperchen durch die freie Säure des Parenchyms der einzelnen Gewebe unlöslich gemacht und abgelagert werde, können wir wohl ahnen; allein über die Art und Weise, wie dieses Globulin sich zu dieser oder jener Faser eines Gewebes verdichte, unter welchen Bedingungen gerade dieses und nicht Eiweiss oder Faserstoff allein zur Ernährung und Wiedererzeugung der festen Theile des Körpers beitrage, darüber dürfen wir zur Zeit auch nicht einmal eine Muthmassung aussprechen.

Der Nutzen, den die Natur mit der Ablagerung des Globulins in den zelligen Fasern der Krystalllinse verband, ist zu evident, als dass er noch erwähnt zu werden verdiente. Interessant ist es nur, dass die Natur, indem sie ein lichtbrechendes Liquidum schuf, zugleich auf Achromatisirung der Linse nicht blos durch den anatomischen Bau, sondern auch dadurch hinarbeitete, dass sie die mittlern Lagen der Linse mit einer concentrirteren Flüssigkeit anfüllte, welche nach der Linsencapsel immer verdünnter wird.

Chenevix machte diese Beobachtung zuerst, indem er fand, dass das specifische Gewicht einer 30 Gran schweren Krystalllinse eines Ochsen = 1,0765 war, während nach dem Abschälen der äussern Lagen der noch 6 Gran schwere Kern der Krystalllinse ein specifisches Gewicht = 1,194 hatte.

Auf welche Weise aber die Natur zur Erreichung jenes Zweckes die Ausscheidung reinen albumin- und hämatinfreien Globulins in der Krystalllinse aus der kleinen Arteria capsularis bewerkstellige, darüber wird vielleicht selbst die Zukunft uns nicht aufklären können.

Ursprung. Sehen wir uns um nach einem Organe des thierischen Körpers oder nach einem organischen Processe, durch welchen das Globulin gebildet werden könne, so gelangen wir hier fast zu demselben unsichern Resultate, wie beim Fibrin. Das Globulin wird nicht von aussen in den Körper geführt, im Chymus hat man kein Globulin gefunden; die Lymph- und Chyluskügelchen sind ihrer chemischen Natur nach noch zu wenig untersucht, als dass sich bestimmen liesse, ob das Globulin bereits in jenen Ernährungssäften vorkomme; der Analogie nach sollte man glauben, dass die Chyluskörperchen bereits gebildetes oder im Entstehen begriffenes Globulin enthielten; doch da im Chylus schon Blutkörperchen vorkommen, so ist die Gegenwart des Globulins in demselben wohl sogar höchst wahrscheinlich; aber ebendarum ist auch, gerade wie beim Faserstoff, die Entstehung des Globulins mehr im Blute selbst und zwar hauptsächlich in den Lungen zu suchen. Das Globulin bildet die Hauptmasse der Blutkörperchen; diese erleiden aber, nach mechanischen Beobachtungen zu schliessen, die grösste Veränderung bei der Respiration; daher dürfte wohl auch das Globulin einen wesentlichen Theil mit an jenem Processe nehmen; im Thierkörper sehen wir aber gemeiniglich an derselben Stelle die Stoffe bereits ausgebildet, wo sie selbst erst entstehen.

Auch die Betrachtung des Globulins von chemischer Seite unterstützt diese Ansicht; wir wissen, dass dem Thierkörper aus dem Pflanzenreiche nur Eiweiss, also Protein, an Schwefel und Phosphor gebunden, zugeführt wird; wir wissen, dass Faserstoff und Serumeiweiss ausser Protein viel Schwefel und Phosphor enthalten, und dass diesen Körpern der Phosphor und Schwefel nur durch einen lebhaften Oxydationsprocess entzogen werden kann, indem wir selbst den Phosphor vom Protein nur durch in statu nascenti befindlichen Sauerstoff trennen können. Das Globulin enthält nun aber nicht nur keinen Phosphor, sondern sogar $\frac{1}{3}$ weniger Schwefel als Fibrin; wie könnte der Phosphor anders dem Eiweiss oder Faserstoff entzogen werden, als durch eine Oxydation? wo könnte jene Oxydation aber füglich besser statt finden, als in den Lungen? Wähnen wir aber darum nicht zu wissen, wie die Bildung des Globulins vor sich gehe; ist diese Hypothese auch nicht auf naturphilosophische Speculation, sondern auf naturwissenschaftliche Thatsachen gestützt, so müssen wir doch offen be-

kennen, dass wir mit dieser Hypothese noch keineswegs den Schleier gelüftet haben, der uns zur Zeit noch das Wesen des Respirationsprocesses verhüllt.

Anm. Ein so glückliches Talent *Fr. Simon* bei Untersuchung der Milch so wie überhaupt thierischer Substanzen entwickelt hat, und so viel Erfahrung ihm in solchen Untersuchungen zur Seite steht, so glauben wir doch, *Simon's* Ansicht nicht beitreten zu können, dass Globulin und Casein identisch seien. Da die Eigenschaften des Globulins ebenso sehr für als wider jene Ansicht sprechen, so stellte ich die eben erwähnte Elementaruntersuchung der coagulirbaren Materie der Krystalllinse an; *Simon* hält die durch Kochen gerinnbare Materie des Krystallkörpers für Eiweiss; da aber dieselbe weder nach *Mulder's* noch nach meinen Untersuchungen Phosphor enthält, so kann dieses wenigstens kein gewöhnliches Eiweiss sein; dazu enthält jene Materie, wie sich nun auch aus jenes ausgezeichneten holländischen Analytikers Untersuchung ergiebt, constant auf 15 At. Protein nur 1 At. Schwefel, während das Casein auf 10 At. Protein 1 Atom enthält. Diess der Hauptgrund, weswegen wir angestanden haben, das Globulin mit unter dem Casein abzuhandeln. *Simon's* Casein der Krystalllinse ist, wie aus der Präcision seiner Versuche hervorgeht, entweder ein Zersetzungsproduct oder wahrscheinlicher noch eine neue Proteinverbindung, die dem eigentlichen Globulin beigemengt ist.

Käsestoff. Casein.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. In getrocknetem Zustande bildet der lösliche Käsestoff eine bernsteingelbe Masse, ohne Geruch, von fadem, schleimigem Geschmack, ohne Reaction; im *Wasser* löst er sich zu einer gelblichen, schleimigen Flüssigkeit, welche beim Abdampfen sich mit einer weissen Haut von unlöslichem Käsestoff bedeckt, die sich abziehen lässt. Wird eine concentrirte Käsestofflösung längere Zeit an der Luft stehen gelassen, so geht sie bald in *Fäulniss* über und entwickelt sehr viel Ammoniak.

Durch *Alkohol* wird der Käsestoff undurchsichtig und bekommt das Ansehen von geronnenem Eiweiss; dabei löst sich ein

Theil des Käsestoffs in Alkohol, welcher beim Verdunsten desselben wieder unverändert erhalten werden kann; in kochendem Alkohol löst der Käsestoff sich in grössrer Menge auf, wird aber beim Erkalten zum grossen Theil wieder ausgeschieden; dieser mit Alkohol behandelte Käsestoff löst sich ziemlich leicht, vorzüglich beim Erwärmen, in Wasser wieder auf, und erhält alle Eigenschaften des nicht coagulirten. Setzt man zu einer concentrirten, wässrigen Lösung des Käsestoffs etwas Alkohol, so wird der Käsestoff gefällt, löst sich aber leicht wieder in Wasser auf; der durch concentrirten Alkohol präcipitirte Käsestoff ist jedoch in Wasser schwer oder unlöslich. Durch *Kochen* wird der Käsestoff aus seinen Lösungen *nicht* coagulirt.

Säuren schlagen den Käsestoff aus der wässrigen Lösung nieder, und verbinden sich damit, versetzen denselben aber nicht in den coagulirten Zustand; denn neutralisirt man mit Alkalien oder Metalloxyden, so wird der Käsestoff unverändert wieder aufgelöst; in reinem Wasser, so wie in Alkohol sind diese Verbindungen des Käsestoffs mit Säuren leicht auflöslich. Vom Eiweiss unterscheidet sich der Käsestoff vorzüglich dadurch, dass er auch durch *Essigsäure* und *Milchsäure* aus der wässrigen Lösung gefällt wird; im Ueberschuss der Essigsäure löst sich das Präcipitat nur schwierig auf, und wird durch Blutlaugensalz gleich den andern Verbindungen mit Säuren niedergeschlagen. Die alkoholische Käsestofflösung wird nicht nur nicht von Säuren gefällt, sondern der Alkohol besitzt sogar die Eigenschaft, die in Wasser unlöslichen Verbindungen des Caseins mit Säuren aufzulösen. Durch Behandlung mit concentrirter *Salpetersäure*, *Salzsäure* und *Schwefelsäure* liefert das Casein dieselben Zersetzungsproducte wie Albumin und Fibrin. Durch *Gerbsäure* wird das Casein noch aus sehr verdünnten wässrigen und alkoholischen Auflösungen niedergeschlagen.

Mit *Basen* verbindet sich das Casein sehr leicht; trübe Käsestofflösungen werden durch ätzende *Alkalien* sogar klarer; *alkalische Erden* lösen sich in Caseinlösungen auf und lassen sich nur schwierig vom Casein trennen; mit grössern Mengen solcher Erden geht das Casein unlösliche Verbindungen ein. Durch *Metallsalze* wird der Käsestoff wie das Albumin gefällt, und bildet gleich diesem zweierlei Verbindungen, nämlich von Casein und Säure

und von Casein und Metalloxyd. *Kaliumeisencyanür* schlägt den Käsestoff nicht aus alkalischer Lösung nieder, und trübt die neutrale nur wenig. Durch Kochen mit Alkalien wird der Käsestoff unter Ammoniakentwicklung zersetzt.

Aus dem Obigen geht hervor, dass der Käsestoff nicht durch dieselben Mittel in den coagulirten Zustand versetzt wird, wie das Albumin und Globulin. Eine längst bekannte Thatsache ist es zwar, dass der Käsestoff aus der Milch durch die Schleimhaut des Kälbermagens coagulirt wird; doch ist man noch keineswegs völlig im Reinen über das eigentliche Bedingniss dieser Gerinnung. Wir haben gesehen, dass das lösliche Casein schon beim Abdampfen seiner Lösung theilweise in die unlösliche Modification übergeht; es kommen Fälle vor, wo durch Eindampfen der ganze Käsestoff einer Milch unlöslich wird. Selbst bei längerm Stehen an der Luft gerinnt bekanntlich die Milch; der hierbei ausgeschiedene Käsestoff ist mit Milchsäure verbunden, und verhält sich, wie der durch Milchsäure aus reiner Caseïnlösung erhaltene Niederschlag, d. h. nach Behandlung desselben mit kohlensaurem Kalk oder Baryt löst sich nur wenig in Wasser auf, das meiste ist in die unlösliche Modification übergegangen.

Da *Fr. Simon*[1]) die interessante Beobachtung gemacht hat, dass eine reine Caseinlösung durch die Schleimhaut des Kälbermagens nicht coagulirt werde, wenn jener Lösung nicht etwas Milchzucker zugefügt worden sei, so hält er es (auf *Pelouze's* und *Fremy's*[2]) Beobachtung fussend, dass Milchzucker durch thierische Häute in Milchsäure umgewandelt werde) für nicht unwahrscheinlich, dass die durch die Einwirkung der Magenschleimhaut auf Milchzucker erzeugte Milchsäure es sei, welche die Gerinnung bedinge, zumal da nur aus saurer Flüssigkeit das Casein coagulirt wird. *Simon* zeigt aber dagegen selbst wieder, dass die vollständige Coagulation zugleich noch von einem andern Momente abhängen müsse, indem er beobachtete, dass das übrigens reine mit Milchzucker und Magenschleimhaut versetzte Casein bei weitem nicht so schnell gerann, als wenn er Milch mit Lab versetzte. Hierzu kommt noch die merkwürdige Beobachtung *Simon's*, dass

1) *Fr. Simon*, Frauenmilch S. 29.

2) *Pelouze* und *Fremy*, l' Institut No. 286 et 292.

die Milch durch die Magenschleimhaut erwachsener Thiere nicht coagulirt wird, und dass der Käsestoff der Kuhmilch schwierig durch Magenschleimhaut von Kindern und der der Frauenmilch nur langsam durch Kälberlab zum Gerinnen gebracht wird. Die eigentliche Ursache der Coagulation des Käsestoffs ist mithin noch völlig unbekannt.

Der geronnene Käsestoff ist hart, gelblich, durchscheinend, erweicht im Wasser und quillt auf, löst sich aber weder in diesem noch in Alkohol. Mit *Säuren* und *Alkalien* verbindet er sich, wie seine lösliche Modification; trennt man jedoch den anorganischen Theil von dem Käsestoffe, so löst sich derselbe nicht in Wasser auf. Zu den stärkern Mineralsäuren verhält er sich ganz wie geronnenes Albumin; von Essigsäure wird er aber ebenso schwer wie seine lösliche Modification aufgelöst; Alkalien lösen ihn sehr leicht auf und zersetzen ihn, wenn sie concentrirt sind, beim Erwärmen wie die übrigen Proteinverbindungen. Beim *Erhitzen* erweicht das Casein, lässt sich in Fäden ziehen und wird elastisch; erst bei höherer Temperatur schmilzt es, bläht sich auf, verkohlt und entwickelt dieselben Destillationsproducte wie Albumin und Fibrin; an der Luft stark erhitzt, verbrennt es mit Flamme, und hinterlässt, wenn es nicht sorgfältig mit säurehaltigem Wasser ausgewaschen worden war, eine Asche, welche kohlensauren und phosphorsauren Kalk, aber kein Alkali enthält.

Fz. Simon glaubt geronnenen Käsestoff durch Magenschleimhaut und etwas Salzsäure in Eiweiss verwandelt zu haben; die verdaute Flüssigkeit enthielt nämlich eine durch Kochen gerinnbare Materie; bei Wiederholung des Experiments konnte ich nicht ein Gleiches finden; wo soll das Casein auch den Phosphor hernehmen, um Albumin zu werden?

Auch der coagulirte Käsestoff geht feucht in warmer Luft sehr bald in *Fäulniss* über, entwickelt einen abscheulichen Geruch und liefert essigsaures, kohlensaures und Schwefelwasserstoff-Ammoniak, Leucin, ein scharfes Oel und eine krystallisirbare Substanz, von *Braconnot* [1]) *Aposepedin* genannt. Doch ist es nicht gelungen, die eigentliche giftige Substanz zu entdecken, welche sich zuweilen in faulenden Käsen bildet.

1) *Braconnot*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 35. p. 159.

Simon hat einige Unterschiede zwischen dem Casein der Frauen-Kuh- und Hundemilch angegeben; das der *Frauen* ist weiss oder gelblich, bröcklich, wird an der Luft feucht, löst sich nicht in Alkohol, wohl aber in Wasser zu einer unklaren, schäumenden Flüssigkeit, aus welcher es durch Gerbsäure, essigsaures Bleioxyd und Quecksilberchlorid vollständig, durch Essigsäure aber und Alaun unvollständig gefällt wird. Der *Kuhkäsestoff* ist in Wasser schwerer löslich, als der vorhergehende, beim Trocknen wird er zäh und hornartig; der Käsestoff von *Hunden* wird beim Trocknen nicht zäh und hornartig und löst sich schwer in Wasser.

Schübler glaubte eine eigenthümliche Substanz, die er Zieger nannte, von dem Käsestoff unterscheiden zu müssen, da er fand, dass Essigsäure noch einen Niederschlag in Molken erzeuge, aus denen der Käsestoff schon durch Kälberlab coagulirt worden war. Diese Substanz ist aber nichts weiter wie Käsestoff, welcher nach *Bergsma*, *Meggenhofen* und *Gmelin* durch freie Säure, oder wahrscheinlicher noch, nach *Simon*, durch freies Alkali aufgelöst erhalten worden war.

Zusammensetzung. *Mulder* hat das Casein analysirt und gezeigt, dass es ebenfalls eine Proteinverbindung ist, welche Schwefel, aber keinen Phosphor enthält, und zusammengesetzt ist aus:

		gefunden	At.	berechnet
Wasserstoff	=	7,15	310	6,97
Kohlenstoff	=	54,96	400	55,10
Stickstoff	=	15,80	50	15,95
Sauerstoff	=	21,73	120	21,62
Schwefel	=	0,36	1	0,36

Mulder bestimmte daher unter Zuziehung der Verbindung mit Schwefelsäure das Atomgewicht des Caseins = Pr^{10} S = 5730,693.

Der phosphorsaure Kalk ist wahrscheinlich chemisch mit dem Käsestoff verbunden; er beträgt ungefähr 6 $\frac{0}{0}$ des nicht mit Säuren behandelten Käsestoffs.

Darstellung. Den löslichen Käsestoff erhält man durch Abdampfen abgerahmter Milch, Ausziehen des Rückstands mit Aether und Wiederauflösen in Wasser; aus der wässrigen Lösung schlägt man das Casein durch Alkohol wieder nieder und wäscht sorgfältig mit Alkohol aus.

Berzelius[1]) schlägt aus abgerahmter Milch den Käsestoff durch Schwefelsäure nieder, süsst das weisse Coagulum mit Wasser aus, und zersetzt den schwefelsauren Käsestoff durch kohlensauren Kalk oder besser durch kohlensaures Bleioxyd; der sich darauf in Wasser lösende Käsestoff enthält immer etwas von der angewendeten Base; das Blei lässt sich leicht durch Schwefelwasserstoff aus der Lösung entfernen.

Simon befreit das durch Schwefelsäure gefällte Casein vor der Zersetzung durch kohlensauren Kalk noch von Fett durch Behandlung mit Alkohol und Aether.

Mulder stellte zur Elementaruntersuchung das Casein so dar, dass er es aus abgerahmter Milch zunächst durch Erwärmen mit Essigsäure fällte, den Niederschlag in Wasser aufweichte, wiederholt mit Wasser auspresste, durch siedenden Alkohol vom Fett trennte und endlich bei 130° C. trocknete.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Der Käsestoff findet sich, soviel bekannt, in der Milch aller Säugethiere aufgelöst vor. Nachdem schon *Raspail* und *Donné*[2]) vermuthet hatten, dass die in der Milch schwebenden Butterkügelchen mit einer Hülle umgeben seien und diese aus coagulirtem Käsestoff bestehe, gelang es *Simon*[3]) in abgedampfter und mit Aether ausgekochter Milch, und *Henle*[4]) in mit Essigsäure behandelter Milch Fragmente jener Hüllen unter dem Mikroskope wahrzunehmen, die allerdings aller Wahrscheinlichkeit nach aus nichts als aus geronnenem Käsestoff bestehen. *Simon*, der sehr zahlreiche Versuche über die Veränderungen der Frauenmilch angestellt hat, fand, dass im Anfange des Säugens weniger Käsestoff in der Milch enthalten ist als später, und dass der Genuss von Fleischspeisen oder schlechte Kost wenig Ein-

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 677.
2) *Donné*, Froriep's Not. 1839. No. 249.
3) *Simon*, medic. Chem. S. 75.
4) *Henle*, Froriep's Not. 1839. No. 223.

fluss auf die Menge des in der Milch enthaltenen Käsestoffs äussern.

In der Frauenmilch fand *Simon* im Mittel 3,5 %, in der Kuhmilch 7 % und in der Hundemilch 14,6 bis 14,7 % Casein; im Colostrum der Frauenmilch 4 %, 6 Tage nach der Geburt aber nur 2,15 %.

Simon hat mehrere Modificationen des Käsestoffs in den Tuberkeln, im Eiter und im Speichel unterschieden. So dankenswerth auch diese Untersuchungen sind, so lässt sich, da sie nicht durch Elementaranalysen unterstützt sind, doch noch nichts über deren wahre Natur entscheiden.

Die vielfachen Untersuchungen, die ich selbst über diesen Gegenstand angestellt habe, gaben mir Resultate, welche ganz mit *Simon's* Angaben übereinstimmen, indessen fand ich auch zuweilen Gelegenheit, das Gegentheil zu beobachten. Die Schwierigkeit, diese einander oft so ähnlichen Substanzen von einander zu trennen, so wie die geringen Quantitäten, welche man aus diesen pathologischen Producten an einer in ihren Eigenschaften bestimmter hervortretenden Modification erhalten kann, sind der Grund, weswegen sie meistens nicht einer Elementaranalyse unterworfen werden konnten. Da ich in den meisten Fällen aus tuberculösen und eitrigen Flüssigkeiten nach *Mulder's* Methode Protein darzustellen vermochte, so nahm ich bei Untersuchung der möglichst rein ausgeschiedenen Stoffe mehr auf ihren Schwefel- und Phosphorgehalt Rücksicht. Im Allgemeinen sei an dieser Stelle nur soviel bemerkt, dass ich in den durch Hitze coagulirbaren Materien meist freien Phosphor neben Schwefel fand, doch ein einziges Mal konnte ich in der durch Hitze coagulirten und dann mit Salzsäure behandelten Materie einer Meliceris keinen freien Phosphor finden, dagegen 0,54 % Schwefel. In den mit Wasser, Alkohol und Aether ausgezogenen unerweichten Tuberkeln fand ich im Mittel von 4 Versuchen 0,29 % Phosphor und 0,52 % Schwefel; in der nicht durch Kochen, sondern durch Säuren aus Eiterflüssigkeit gefällten Materie in 4 Versuchen 0,401, 0,293, 0,504, 0,371 % Schwefel und keinen Phosphor, in 2 Fällen 0,181 % und 0,291 % Phosphor und 0,351 und 0,423 % Schwefel. Das Nähere wird im zweiten Theile dieses Werks folgen. Soviel ist schon hieraus ersichtlich, dass eine be-

stimmte, von den beschriebenen unterschiedene, eben so wenig als eine damit völlig übereinstimmende Substanz sich nicht unterscheiden lässt, dass das Protein in verschiedenern Verhältnissen als den bisher bekannten sich mit Schwefel und Phosphor vereinigt, und dass der Modificationen derselben Verbindungen verschiedene sind. Kaum ist diess auch zu verwundern, wenn wir erwägen, dass das Protein gerade als ein so complexes Atom benützt wird, um zum Material für die verschiedensten Theile des Thierkörpers zu dienen, dass ferner jene Substanzen ja selbst dort erst gebildet werden, wo wir sie mit den Stoffen, aus denen sie hervorgehen, in ihren verschiedenen Uebergangsstufen gemengt finden, und dass endlich die von uns untersuchten Stoffe meist schon in Zersetzung begriffen sind. Erst durch lange fortgesetzte, oft wiederholte, zahlreiche Versuche werden wir über die Natur der in dem Speichel, in der Galle, im pankreatischen Safte und in pathologischen Producten gefundenen Proteinverbindungen ins Klare kommen und dann gewiss einen wichtigen Aufschluss über alle thierische Processe überhaupt erhalten.

N u t z e n. Ueber den Nutzen, welchen der Käsestoff hat, können wir nach seinem Vorkommen in der Milch, dem besten Nahrungsmittel, keinen Augenblick in Zweifel sein; zumal da wir sehen, wie die Natur dafür sorgt, dass bei weiterer Ausbildung des Neugebornen demselben immer mehr Käsestoff zugeführt werde. Der Käsestoff liefert aber dem kindlichen Körper nicht blos das Material, aus dem die weichen Theile desselben ernährt und vergrössert werden können, sondern er führt zugleich eine mehr als hinreichende Menge Knochenerde und Kalk mit sich, um dem Skelet des kindlichen Körpers allmählig die nöthige Festigkeit zu geben. Völlig unerklärlich muss es uns aber wenigstens für jetzt bleiben, wie der thierische Körper dem phosphorfreien Casein den freien Phosphor zu geben vermag, um daraus Albumin und Fibrin zu erzeugen; doch vielleicht hat der Thierkörper nicht nöthig, durch so energische Kräfte den Phosphor zu reduciren und auf den Käsestoff überzutragen; aus dem Casein mag sich das Globulin bilden; wahrscheinlich dürfte es sogar sein, dass dem Thierkörper das phosphorhaltige Protein nur von aussen zugeführt werde. Wir finden im Thierkörper wohl eine Stelle, wo Oxyda-

tionen vor sich gehen können, aber keine Desoxydationswerkstätte, in der der Phosphor von seinem Sauerstoff aus der Phosphorsäure ausgeschieden werden könnte.

Wie der Käsestoff im weiblichen Körper erzeugt und in den Brüsten abgeschieden werde, darüber fehlt es uns zur Zeit noch an allen Anhaltspunkten, um auch nur eine Hypothese aufzustellen; überlassen wir auch diess einstweilen der Lebenskraft.

Blutfarbstoff. Hämatin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Das Hämatin ist zwar keine Proteinverbindung; doch lassen sich auch bei ihm zwei Modificationen, eine lösliche und eine unlösliche unterscheiden. Im löslichen Zustande kennen wir es nur in seiner Verbindung mit Globulin; isolirt hat man es nur im geronnenen Zustande erhalten; im letztern Falle stellt es eine dunkelbraune, schwach metallglänzende Masse dar, die sich beim Reiben an das Pistill ansetzt; sie ist ohne Geruch und Geschmack, unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, essigsaurem Aethyloxyd, fetten und flüchtigen Oelen; nach *Mulder* löst es sich jedoch etwas in fetten und ätherischen Oelen auf.

Sehr leicht wird das Hämatin von schwach mit Schwefelsäure oder Salzsäure versetztem *Alkohol* aufgelöst; die Lösung ist braun, wird aber durch Sättigung mit Alkalien blutroth; mit denselben *Säuren* angesäuertes Wasser besitzt kein Lösungsvermögen für Hämatin, deshalb werden auch die alkoholischen Hämatinlösungen durch Wasserzusatz gefällt. Die genannten Säuren lösen in concentrirtem Zustande das Hämatin nicht auf, sondern entziehen ihm nur etwas Eisen.

Digerirt man Hämatin mit *Schwefelsäure*, die mit 6 Theilen Wasser verdünnt worden ist, so wird es nicht aufgelöst, sondern nur einigen Eisens beraubt und in eine neue Substanz, *Sanson's* Blutroth verwandelt, welche in Alkohol und Aether auflöslich ist.

Von concentrirter *Salpetersäure* wird es in der Kälte mit brauner Farbe unter Entwicklung von salpetriger Säure aufgelöst, beim Kochen vollständig zerstört.

Lässt man *Chlor* auf mit Wasser angerührtes Hämatin einwirken, so löst sich alles Eisen des Hämatins als Eisenchlorid auf,

während weisse Flocken sich abscheiden. Diese sind in Alkohol und Aether, aber nicht in Wasser löslich, entwickeln beim Trocknen (bei 100°) etwas chlorige Säure, und stellen dann ein leichtes strohgelbes Pulver dar, welches von Salzsäure nicht verändert, von Alkalien aber mit röthlicher Farbe aufgelöst wird; nach *Mulder* besteht dieser Körper aus chloriger Säure und eisenfreiem Hämatin. Wird über trocknes Hämatin Chlorgas geleitet, so bildet sich ohne Abscheidung irgend einer Substanz eine dunkelgrüne Verbindung, welche im Alkohol sich auflöst, nicht auf Pflanzenfarben einwirkt, von Säuren und Alkalien nicht verändert, von Schwefelwasserstoff-Ammoniak aber beim Erwärmen roth gefärbt wird.

Mit trocknem *Salzsäuregas* bildet trocknes Hämatin eine violette Masse, welche mit schön rother Farbe und saurer Reaction sich in Wasser und Alkohol auflöst.

Selbst sehr verdünnte Lösungen ätzender und kohlensaurer *Alkalien* in Wasser und Alkohol lösen das Hämatin fast in jedem Verhältnisse auf. Kocht man die Lösung des Hämatins in Kali und sättigt dann mit einer Säure, so ist das Hämatin nicht mehr in mit Ammoniak vermischtem Alkohol auflöslich; die Farbe der Hämatinkalilösung geht durch Kochen ins Dunkelrothe, ja ins Grüne über. Die ammoniakalische Lösung giebt beim Verdunsten das Ammoniak wieder aus; auch wird Ammoniakgas nicht von Hämatin absorbirt.

Kohlensäure, *Sauerstoff* und *Stickstoffoxyd* veränderten die Farbe der ammoniakalischen Hämatinlösung nicht, von *schwefliger Säure* wird sie indessen hellroth gefärbt; *Schwefelwasserstoffgas* färbt die Hämatinlösungen nur wenig dunkler.

Mit *Phosphor* und *schwefelsaurem Eisenoxydul* kann das Hämatin ohne alle Veränderung gekocht werden.

Aus der ammoniakalischen Lösung wird das Hämatin durch *Silber-*, *Blei-* und *Kupferoxydsalze* vollständig gefällt. Kocht man die Auflösung des Hämatins in schwefelsäurehaltigem Alkohol mit Bleioxyd, so wird sie gänzlich entfärbt.

Unerklärt ist *Lecanu's* Beobachtung, dass das mit *schwefelsaurem Natron* zusammengeriebene Hämatin in Alkohol sich vollständig auflöst.

Beim *Erhitzen* im verschlossenen Raume bläht sich das Hämatin auf, ohne zu schmelzen, giebt brenzliche, ammoniakalische

Dämpfe und ein rothbraunes Oel aus, und hinterlässt ein wenig voluminöse, poröse Kohle, die beim Verbrennen eine rothe Asche liefert.

Es ist sehr zu bedauern, dass es noch nicht geglückt ist, nach Willkühr das ungeronnene Hämatin aus dem Blute darzustellen. *Hünefeld* erhielt zwar einstmals durch Behandlung zerschnittener Blutkuchenstückchen mit alkoholfreiem Aether eine schön rothe Lösung, in welcher er das ungeronnene Hämatin enthalten glaubte; jedoch gelang es ihm später nicht wieder, dieselbe Lösung zu bereiten. Jene Lösung hinterliess nach dem Verdunsten einen rothen Rückstand, der nach frischem Blut roch, coagulirte nach einiger Zeit von selbst, durch Alkohol so wie durch Säuren wurden braune Niederschläge erhalten, nur Essigsäure und gewöhnliche Phosphorsäure verhielten sich indifferent. *Hünefeld* selbst ist es später nicht gelungen, das Hämatin auf die angeführte Weise in Lösung zu bringen; wir können daher die Eigenschaften des löslichen Hämatins nur etwa nach den Eigenschaften des von demselben gefärbten Globulins bestimmen; da aber das Hämatin dem Globulin in allen Zuständen und Verbindungen desselben folgt, so lässt sich nur einiges auf die verschiedenen Färbungen des Hämatins Bezügliche aus jenem Gemengkörper schliessen.

Jenes Gemeng von Globulin mit löslichem Hämatin, für welches *Berzelius* noch den Namen Blutroth reservirt, ist ausgezeichnet durch die Farbenveränderungen, welche verschiedene Körper in ihm hervorbringen; besonders gross ist die Empfindlichkeit des feuchten Körpers gegen *Sauerstoff*, durch welchen er sogleich hellroth gefärbt wird; in Berührung mit *Stickstoffoxydul* nimmt er eine hellpurpurrothe, in Berührung mit *Stickstoffoxyd* eine dunkelpurpurrothe Farbe an; durch andre *Gasarten*, wie Wasserstoff, Kohlensäure, schweflige Säure u. s. w. wird die Farbe des Körpers mehr dunkelbraunroth; durch *Kohlenwasserstoff* soll das dunkel gewordene Blutroth wieder heller gefärbt werden. Sehr bemerkenswerth ist es, dass *Zuckerlösung* und solche *Salze*, welche die Lösung der Blutkörnchenrinde hindern, dieselbe zugleich hellroth machen. *Alkohol* schlägt das Hämatin-Globulin mit scharlachrother Farbe nieder, kochender Alkohol zieht etwas coagulirtes Blutroth aus dem Coagulum aus; durch Wasser wird aus dem Präcipitate weder Globulin noch Hämatin aufgelöst. Von

Schwefelwasserstoff wird die Lösung des Gemengkörpers erst violett und dann grün gefärbt, von *Schwefellebern* sogleich grün; durch *essigsaures Bleioxyd, schwefelsaures Zinkoxyd* und *Quecksilberchlorid* entstehen aus derselben rothe, durch *salpetersaures Bleioxyd*, *Kupferoxyd* und *Quecksilberoxydul* dunkelbraune Niederschläge. Löst man die Blutrindensubstanz in einem grossen Ueberschuss verdünnter *Kalilauge* und dampft die Flüssigkeit etwas ein, so entsteht eine grüne Lösung, welche bei künstlichem Lichte roth erscheint. Im Uebrigen verhält sich das Hämatin-Globulin ganz wie reines Globulin gegen höhere Temperatur und andre Reagentien.

Zusammensetzung. Das Hämatin ist nach *Mulder's*[1]) Untersuchungen keine Proteinverbindung; ausser den gewöhnlichen Bestandtheilen thierischer Körper enthält es noch Eisen, aber sonst keine Spur eines Mineralkörpers, d. h. weder Schwefel, noch Phosphor, noch Knochenerde, noch auch ein Alkali. *Lecanu* fand bei 4 Verbrennungen dieses Körpers constant 10% Eisenoxyd. Nach *Mulder's* Analyse besteht es aus:

		gefunden		Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	=	5,30	5,27	22	5,37
Kohlenstoff	=	66,49	65,91	44	65,84
Stickstoff	=	10,50	10,54	3	10,40
Sauerstoff	=	11,01	11,70	6	11,75
Eisen	=	6,66	6,58	1	6,64

Der Formel $H^{22}\ C^{44}\ N^{3}\ O^{6}\ Fe$ nach wäre das Atomgewicht des geronnenen Hämatins = 5108; aus dem Chlorhämatin berechnet fand es *Mulder* = 5175.

Das Chlorhämatin, aus trocknem Chlorgase und Hämatin erhalten, besteht aus 1 Aequiv. Hämatin und 6 Aequiv. Chlor; wie übrigens diese Verbindung zusammengesetzt gedacht werden muss, darüber lässt sich zur Zeit noch nichts vermuthen. Die aus trocknem Chlorwasserstoffgas und Hämatin erhaltene Verbindung besteht nach *Mulder* aus 2 Aequiv. Hämatin und 3 Aequiv. Salzsäure; wird dieselbe bis 100° erhitzt, so verliert sie die Hälfte ihrer Säure und besteht dann aus 4 Atomen Hämatin und 3 Atomen Säure. In den Verbindungen des Hämatins mit Metallen scheint nach einem Versuche *Mulder's* 1 Atom Hämatin mit 1 Atom Basis verbunden zu sein.

1) *Mulder,* Journ. f. prakt. Chem. Bd. 20. S. 340.

Den weissen Körper, der durch Einwirkung von Chlor auf Wasser und Hämatin entsteht, fand *Mulder*[1]) aus

		gefunden	Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	=	3,01	22	2,98
Kohlenstoff	=	37,34	44	36,46
Stickstoff	=	5,89	3	5,76
Sauerstoff	=	24,34	24	26,02
Chlor	=	29,42	6	28,78

zusammengesetzt; diesem Versuche nach ist der Körper neutrales chlorigsaures Hämatin = $H^{22}\ C^{44}\ N^{3}\ O^{6} + 6\ ClO^{3}$; ganz analog der proteinchlorigen Säure entstanden. Dieser Körper ist nicht nur deshalb höchst merkwürdig, weil er uns ein neues Beispiel der eigenthümlichen Einwirkung wasserhaltigen Chlors auf organische Körper und einer Verbindung einer Chlorsäure mit einem solchen giebt, sondern weil er uns zugleich auch den ersten Beweis liefert, dass das Eisen im Hämatin metallisch enthalten sei. Es ist wohl nach den über das Eiweiss und den Faserstoff gemachten Beobachtungen als erwiesen anzusehen, dass Schwefel und Phosphor in jenen Körpern nicht oxydirt enthalten sind. Wenn wir nun sehen, dass durch Einwirkung von Chlor und Wasser auf jene Stoffe diesen die Mineraltheile durch Oxydation entzogen, Chlorwasserstoffsäure und chlorige Säure gebildet werden, und letztre sich mit dem von Schwefel und Phosphor befreiten, aber übrigens unveränderten, organischen Körper verbindet, und ferner finden, dass in ganz analoger Weise dem Hämatin durch Chlor und Wasser der Mineralbestandtheil, das Eisen, entzogen und die gebildete chlorige Säure mit dem organischen Theile des Hämatins verbunden werde: so können wir nicht umhin, in dieser Erfahrung den triftigsten Beweis für *Berzelius*' frühere Muthmassung zu suchen, dass das Eisen in dem der chemischen Untersuchung zugänglichen Hämatin im nicht oxydirten Zustande enthalten sei; es würde aber gewiss zu viel aus jenen Versuchen geschlossen sein, wenn wir deshalb glaubten, dass auch im lebenden Körper in der Rinde der Blutkörperchen das Eisen unbedingt metallisch enthalten sein müsse. Wir übergehen alle Gründe, die man früher, um die eine oder die andre Meinung über die Verbindungsweise des Eisens im Blut-

1) *Mulder*, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 20. S. 340.

roth geltend zu machen versucht hat, als leere Muthmassungen, die jetzt ohne alles Interesse sind.

Auffallend ist es, dass *Lecanu* den Gehalt des Hämatins an Eisen bei verschiedenen Thieren verschieden gefunden hat; es ist zwar wahrscheinlich, dass das Hämatin der Thiere denselben Eisengehalt hat, doch muss diess weitern Untersuchungen überlassen bleiben.

Darstellung. Nach *Lecanu* schlägt man das Blutroth aus einer seiner Lösungen durch Schwefelsäure gemengt mit Globulin und auch wohl mit etwas Albumin nieder, zieht mit siedendem Alkohol das schwefelsaure Hämatin aus und versetzt die Lösung mit einem kleinen Ueberschuss von Ammoniak; dadurch wird schwefelsaures Ammoniak mit Globulin und Albumin gefällt, während Hämatin mit etwas schwefelsaurem Ammoniak und Fett in Auflösung bleibt; der Rückstand der filtrirten und abgedampften Flüssigkeit wird mit Wasser, Alkohol und Aether extrahirt und kann durch nochmalige Behandlung mit ammoniakhaltigem Alkohol vollkommen gereinigt werden.

Berzelius[1]) empfiehlt folgende Methode: nachdem die Blutkörperchen durch eine concentrirte Lösung von schwefelsaurem Natron aus geschlagenem Blute ausgeschieden worden sind, werden sie abfiltrirt und so lange mit schwefelsäurehaltigem Alkohol gekocht, bis sie in eine grauweisse Masse verwandelt worden sind. Die noch heiss filtrirte Lösung wird mit kohlensaurem Ammoniak zur Fällung des Globulins und der Schwefelsäure versetzt, und die hiervon abfiltrirte rothe Flüssigkeit bis auf $\frac{1}{12}$ ihres frühern Volumens abgedampft; hierbei scheidet sich das Hämatin völlig rein als schwarzes Pulver ab, während die darüberstehende Flüssigkeit noch etwas globulinhaltiges Hämatin enthält.

Das Blutroth von *Berzelius*, jenes Gemisch von Globulin mit Hämatin, welches *Berzelius* für eine chemische Verbindung anzusehen geneigt ist, gewinnt man entweder, wenn man den zwischen Löschpapier ausgepressten und so von Blutwasser möglichst befreiten Blutkuchen mit Wasser auswäscht und die Lösung unter + 50° C. abdampft, oder wenn man die aus geschlagenem Blute durch Glaubersalz gefällten Blutkörperchen, welche auf dem Filter

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chemie. Bd. 9. S. 68 u. 72.

ein dickes Magma zu bilden pflegen, mit Salzwasser auswäscht und dann mit Wasser auszieht; die wässrige Lösung wird dann, wie vorher, abgedampft.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Hämatin bildet, wie schon in dem Obigen erwähnt, zugleich mit dem Globulin die Rinde der Blutkörperchen, und kommt in allen den Theilen vor, zu welchen die Blutkörperchen im gesunden oder krankhaften Zustande dringen.

Berzelius berechnet aus der Quantität des im Hämatin und des in der Rinde der Blutkörperchen vorkommenden Eisens, dass diese Rinde 19 Theile Globulin und 1 Theil Hämatin enthalte, während nach den Bestimmungen Andrer das Hämatin den 32sten Theil des Blutroths ausmacht.

Nutzen. Dass das Hämatin oder jenes Gemisch von Globulin mit diesem Pigmente, welches die Rinde der Blutkörperchen ausmacht, wichtigen Zwecken im thierischen Organismus vorstehen müsse, ist wohl nicht zu bezweifeln; allein noch ist es keineswegs möglich, jene Zwecke zu errathen. Man hat aus den eigenthümlichen Farbenveränderungen, welche das frische Blut, so wie das Blutrothgemisch durch verschiedene Gase und insbesondre durch Sauerstoff erleidet, schliessen zu können geglaubt, dass jener Farbstoff, und zwar hauptsächlich seines Sauerstoffgehalts wegen, in den Lungen viel zur Absorption des Sauerstoffs beitrage, wo nicht dieselbe allein bedinge. *Hünefeld* [1]) hat in neuerer Zeit diese Ansicht insbesondre geltend zu machen gesucht; allein, wenn wir auch auf die Erfahrung, dass das Blutroth durch Alkalisalze gerade wie durch Sauerstoff lichter roth gefärbt wird, keineswegs so viel Werth legen, als sie wohl verdient: so stehen doch der unbedingten Annahme jener Meinung noch mancherlei Umstände entgegen. Zunächst sehen wir es nach den Untersuchungen von *Magnus* über die im Blute enthaltenen Gase keineswegs als eine Nothwendigkeit an, dass es ausser der rein mechanischen Absorption von Sauerstoff in den Lungen und der Verdrängung der

1) *Hünefeld*, Chemismus d. thier. Organisation 1840. S. 119.

Kohlensäure noch einen Körper geben müsse, welcher durch chemische Kraft das Sauerstoffgas anziehe; wollten wir nun auch annehmen, dass die thierische Natur hier wirklich, wie auch sonst so häufig, denselben Zweck auf doppelte Weise zu erreichen gesucht hätte, so würde dieser Ansicht doch die durch *Mulder's* Untersuchungen höchst wahrscheinlich gewordene Meinung entgegenstehen, dass das Eisen im Blutpigment nicht oxydirt enthalten sei. Wäre das Blutpigment in der That so sauerstoffsüchtig, als man anzunehmen geneigt ist, sollte es dann nicht vielmehr von salpetersaurem Bleioxyd roth und von essigsaurem Bleioxyd dunkelroth gefärbt werden, während doch nach dem Obigen gerade das Umgekehrte der Fall ist? Spielte endlich jenes Pigment bei der Respiration wirklich eine so wichtige Rolle, in welchem Zustande müsste sich dann die Respiration bei Trunksüchtigen befinden, deren Blut wenigstens im letzten Stadio der Krankheit zuweilen nicht einmal Spuren von Hämatin enthält? Die Symptome der Ebriositas müssten dann gewiss ganz andre sein.

Können wir nun zur Zeit die Sauerstoffsüchtigkeit des Bluthroths als nicht erwiesen betrachten, ja müssen wir dieselbe sogar für wenig wahrscheinlich halten, so können wir diesem Stoffe keinen andern Zweck unterlegen, als denselben, welchen überhaupt die wichtigsten Bestandtheile des Bluts im thierischen Körper haben. Das Hämatin macht mit dem Globulin die Hauptmasse der Blutkörperchen aus; wir sprechen hier aber nicht von den physiologischen Functionen, welche die Blutkörperchen überhaupt als organische Massentheilchen haben müssen; wir sind der schon oben ausgesprochenen Meinung, dass auch die Blutkörperchen zum Theil das Material liefern, aus welchem die festen Theile des thierischen Organismus construirt werden; wir glauben der Wahrheit am nächsten zu kommen, wenn wir annehmen, dass auch gewisse Theile des Organismus aus dem Hämatin des Blutes wie andre aus dem Fibrin, Globulin und Albumin erzeugt werden. Der nicht unbedeutende Eisengehalt des schwarzen Augenpigments, der Bronchialdrüsen, der Haare u. s. w. verdankt gewiss seinen Ursprung hauptsächlich dem Hämatin des Blutes. Schon in dem Obigen ist dargethan worden, wie häufig Eisen im thierischen Körper vorkommt; wir finden das Eisen im Blute aber nicht oxydirt, da aus solchem am leichtesten andre Verbindungen desselben hergestellt

werden können; wir finden viel oxydirtes Eisen in thierischen Flüssigkeiten, ein Zeichen, dass bei der allgemeinen Stoffmetamorphose im thierischen Körper die organischen Bestandtheile des Blutroths zur Bildung vieler andrer organischer Stoffe beitragen, während das Eisen aus demselben ausgeschieden, oxydirt und mit der anderweitig gebildeten Phosphorsäure verbunden wird.

Ursprung. Ueber die Entstehung des Hämatins sind wir noch ganz im Dunkeln; dasselbe muss erst vom thierischen Organismus selbst gebildet werden, da es nirgends im Pflanzenreiche bereits gebildet vorkommt. Nach den für jetzt uns zur Seite stehenden Beobachtungen würde man geneigt sein, die Quelle des Blutroths nach den oft erwähnten von *Tiedemann* und *Gmelin* gemachten Beobachtungen in den Chylusgefässen und Mesenterialdrüsen zu suchen, wenn wir nicht, wie schon früher gezeigt, Gründe hätten, anzunehmen, dass Blut unmittelbar sich dem Chylus in jenen Theilen beimische. Folgen wir *Liebig's* Hypothese, wornach die Bildung der meisten Thiersubstanzen in einem Processe chemischen Beharrungsvermögens, durch den das organische Material bei organischen Umwandlungen zu ähnlichen oder gleichen Metamorphosen mit fortgerissen wird, ihren Grund hat: so würden wir die erste Bildung des Blutroths im Chylus für wahrscheinlich und dessen vollkommne Ausbildung im Blute selbst für nicht unwahrscheinlich halten. Doch ist deshalb der Gedanke, dass auch in den Haargefässen, wo die meisten, die complicirtesten, die wichtigsten Umwandlungen und Bildungen thierischer Stoffe vor sich gehen, Blutroth gebildet werde, nicht schlechterdings verwerflich.

Ueber die Zufuhr des Eisens in dem thierischen Organismus, so wie über die Art und Weise, wie dasselbe während des Stoffwechsels seines Sauerstoffs beraubt werden könne, ist schon in dem Obigen gesprochen worden, wo wir den Bezug des Eisenoxyds und Eisenchlorids auf den thierischen Körper näher ins Auge fassten.

Thierleim.

Unter Leim oder Gallerte versteht man solche Thiersubstanzen, welche sich zwar nicht als solche schon gebildet im thierischen Organismus vorfinden, sondern sich erst aus einer sehr grossen Menge fester, thierischer Theile durch blosses Kochen mit Wasser bilden, so dass der bis jetzt noch nicht eruirte Stoff, aus dem sich jene Körper so leicht erzeugen, als die organische Grundlage der meisten thierischen Gewebe angesehen werden kann. Jene einander höchst ähnlichen Körper, die wir mit dem gemeinschaftlichen Namen des *Leims* oder der *Gallerte* belegen, zeichnen sich insbesondre durch die Eigenschaften aus, in kaltem Wasser anzuschwellen und sehr durchscheinend zu werden, in heissem sich aufzulösen, beim Erkalten aber als durchscheinende, schlüpfrige Massen wieder auszuscheiden, und durch Chlor, Gerbsäure und mehrere Erd- und Metallsalze noch aus den verdünntesten Auflösungen gefällt zu werden.

Man hat hauptsächlich zwei Arten von Leim unterschieden, nämlich *Knochenleim, Tischlerleim* oder *Glutin*, und *Knorpelleim* oder *Chondrin*, wiewohl auch hier, wie beim Protein, mehrere Modificationen derselben vorzukommen scheinen.

Knochenleim. Colla. Glutin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. In reinem Zustande erscheint der Leim in farblosen, durchsichtigen Stücken, die hart, hornartig, spröd, schwerer als Wasser, ohne Geruch und Geschmack sind und keine Reaction auf Pflanzenfarben zeigen; beim Reiben hängt er sich nicht, wie die Proteinverbindungen, an das Pistill.

In kaltem *Wasser* erweicht der Leim, quillt auf und verliert seine Durchsichtigkeit; in warmem Wasser löst er sich zu einer farblosen, schleimigen Flüssigkeit auf, aus der er sich beim Erkalten als Gallert ausscheidet, was bei gutem, hartem Leim nach *Bostock's* Versuchen noch bei einer 100fachen Verdünnung geschieht; durch wiederholtes Auflösen in heissem Wasser verliert der Leim die Eigenschaft, zu gelatiniren; an der Luft säuert gelatinirter Leim allmählig und verliert dadurch ebenfalls das Vermögen, zu gestehen und zu binden. In Alkohol, Aether, Fetten und flüchtigen Oelen ist er völlig unlöslich, durch *Alkohol* wird er aus seiner warmen Lösung zu einer weissen, zusammenhängenden, fast fasrigen Masse coagulirt, die von reinem Wasser leicht wieder in der Wärme gelöst wird.

Säuren und *Alkalien* bringen aus den wässrigen Lösungen des Glutins keinen Niederschlag hervor; letztre schlagen in verdünntem Zustande etwas Knochenerde nieder. Unter den organischen Säuren giebt nur *Gerbsäure* einen weissen, käseartigen Niederschlag aus Leimlösung und zwar noch bei 5000facher Verdünnung.

Unter den *Erd*- und *Metallsalzen* wird Glutin nur durch Quecksilberchlorid, Platinchlorid und schwefelsaures Platinoxyd gefällt; *Kaliumeisencyanür* schlägt ihn weder aus neutralen noch aus sauren Auflösungen nieder. Sehr stark ist dagegen die Einwirkung von *Chlor, Brom* und *Jod* auf Leimlösung; das erstre scheidet sogleich ein Gerinsel aus, welches hie und da fadenartig ist; *Kreosot* macht die klare Lösung milchig trübe; Alaunerde-, Quecksilberoxydul-, Silber-, Kupfer- und Bleioxydsalze, so wie

Eisenoxydul- und Oxydsalze bringen in Knochenleimlösungen keine Reaction, zuweilen nur eine geringe Trübung hervor, ebenso verhält sich basisch essigsaures Bleioxyd. *Basisch schwefelsaures Eisenoxyd* erzeugt aus Leimlösungen einen voluminösen Niederschlag, welcher beim Trocknen granatroth wird.

An der Luft geht das Glutin, wenn es feucht ist, sehr schnell in *Fäulniss* über; anfangs wird es sauer, später entwickelt es aber sehr viel Ammoniak; nach *Gannal*[1]) gehen die leimgebenden Gewebe unter allen festen Thierstoffen am leichtesten in Fäulniss über.

Beim *Erhitzen* erweicht trockner Leim, bläht sich auf, riecht nach verbranntem Horn, entzündet sich nur schwer und hinterlässt nach kurz vorübergehender Flamme eine voluminöse, blasige, glänzende Kohle, welche, vollkommen verbrannt, mehr oder weniger phosphorsauren Kalk hinterlässt. Die Producte der trocknen Destillation des Leims sind die aller Thierstoffe; vorzüglich wird viel kohlensaures Ammoniak erzeugt.

Zusammensetzung. Der Knochenleim ist in neuerer Zeit von *Mulder*[2]) genaueren Elementaranalysen unterworfen worden. Zunächst that *Mulder* die Abwesenheit von Schwefel und Phosphor in demselben dar, und fand ihn dann folgendermassen zusammengesetzt:

		gefunden		Auquiv.	berechnet.
Wasserstoff	=	6,64	6,64	10	6,33
Kohlenstoff	=	50,75	50,04	13	50,37
Stickstoff	=	18,31	18,38	2	17,95
Sauerstoff	=	24,28	29,92	5	25,35

Das Atomgewicht des Knochenleims $= H^{10}\ C^{13}\ N^{2}\ O^{5}$ ist demnach = 1972,54, welche Zahl durch die Verbindungen des Gerbstoffs mit Leim gefunden worden war.

Darstellung. Um aus dem käuflichen Leime, welcher gewöhnlich durch Kochen von Hautabfällen, Sehnen, Knorpeln und Schwimmblasen mancher Fische gewonnen wird, ein möglichst reines Glutin darzustellen, empfiehlt *Berzelius*[3]), denselben in

1) *Gannal*, Hist. de l'embaumement etc. Paris 1838.
2) *Mulder*, Bull. des Sc. Phys. et Natur. en Néerlende T. 1. p. 23.
3) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 798.

Wasser einzuweichen, öfter auszudrücken, und ihn dann in kaltem Wasser in einem leinenen Sacke aufzuhängen, damit alle noch rückständigen, in Wasser löslichen Substanzen, vom Wasser aufgelöst, sich zu Boden senken; nachdem so alles Lösliche entfernt worden ist, wird der im Sack enthaltene aufgeweichte Leim bis + 50° erwärmt, wo er ganz flüssig wird, und dann schnell filtrirt. Auf dem Filter bleiben die albuminösen und schleimigen Theile zurück, während die heisse Leimlösung durch das Filter geht und sehr bald wieder gelatinirt.

Um aus den Knochen Glutin zu bereiten, digerirt man dieselben zur Extraction der Knochenerde längere Zeit mit verdünnter Salzsäure, lässt den rückständigen Knorpel dann zur Entfernung der adhärirenden Salzsäure längere Zeit in reinem Wasser liegen, und kocht ihn endlich mit Wasser. Der aus den Knochen, Häuten und Sehnen erhaltene Leim bleibt indessen immer etwas gelblich gefärbt.

Reines, farbloses Glutin erhält man nur aus dem Zellgewebe, geraspeltem Hirschhorn, Kalbsfüssen und der Schwimmblase mehrerer Fische, indem man dieselben bis zur völligen Lösung kocht, heiss filtrirt, und nach der oben von *Berzelius* angegebenen Methode von fremdartigen Substanzen befreit.

V e r b i n d u n g e n u n d M e t a m o r p h o s e n d e s K n o c h e n l e i m s. Leitet man *Chlorgas* in eine wässrige Leimauflösung, so wird jede einzelne Gasblase von einer weissen Haut umhüllt; die Flüssigkeit selbst wird milchig, auf ihrer Oberfläche setzen sich weisse Flocken ab und am Boden des Gefässes scheidet sich eine halb durchscheinende Gallerte aus. Die an der Oberfläche ausgeschiedene Substanz ist schaumig, schneeweiss, zäh und elastisch, riecht deutlich nach chloriger Säure, und kann unter + 40° getrocknet werden, ohne sich zu färben: ist sie etwas getrocknet, so lässt sie sich bei + 100° von allem Wasser befreien und verliert auch dann erst allen Geruch nach chloriger Säure. In diesem Zustande ist der Körper weiss, leicht pulverisirbar, in Wasser und Alkohol unlöslich. Mit Ammoniak übergossen, entwickelt der Körper Stickstoff und hinterlässt Salmiak und unveränderten Leim. *Mulder*[1]) fand, dass sich auch hier durch Einwirkung

1) *Mulder*, Bull. de sciences en Néerlande 1839. 2m livr. p. 152.

von Chlor und Wasser auf die organische Substanz Salzsäure und chlorige Säure gebildet habe, von denen die letztre eine Verbindung mit dem unveränderten Leim eingeht, welche aus 1 Aequiv. Säure und 4 Aequ. Glutin besteht.

Das Atomgewicht dieser Substanz ist, ihre Zusammensetzung $= H^{40} C^{52} N^{8} O^{20} + ClO^{3}$ angenommen, $= 8544{,}26$. *Mulder* hat noch 2 Verbindungen von Glutin mit chloriger Säure in dem oben erwähnten gallertartigen Absatze der Glutinlösung gefunden, nämlich eine Verbindung von 1 At. Glutin mit 1 At. chloriger Säure $= H^{10} C^{13} N^{2} O^{5} + ClO^{3}$ und eine von 3 At. Leim und 2 At. Säure $= H^{30} C^{39} N^{6} O^{15} + Cl^{2} O^{6}$.

Nach *Fz. Simon* wirken *Brom* und *Jod* ganz wie Chlor auf das Glutin, was bisher von vielen geläugnet wurde.

Die Einwirkung der *Säuren* auf Glutin ist im Ganzen noch wenig untersucht; mit verdünnteren Mineralsäuren scheint es Verbindungen einzugehen, die jedoch wie das reine Glutin beim Erkalten gelatiniren. Concentrirte *Essigsäure* löst in Wasser aufgeweichten Leim auf, und benimmt ihm die Eigenschaft beim Erkalten zu gelatiniren, nicht aber die, beim Eintrocknen zu leimen. Nur die *Gerbsäureverbindung* ist von *Mulder* etwas genauer untersucht worden: frisch gefällt ist sie weiss, käseartig, getrocknet hart, spröde, pulverisirbar, in Wasser und Alkohol unlöslich. Fällt man das Glutin mit überschüssiger Gerbsäure, so erhält man eine Verbindung von gleichen Aequivalenten Leim und Gerbsäure $= H^{10} C^{13} N^{2} O^{5} + H^{7} C^{18} O^{11}$; wird dagegen Gerbsäure mit überschüssigem Leim versetzt, so besteht der Niederschlag aus 3 Aequ. Leim und 2 Aequ. Gerbsäure $= H^{30} C^{39} N^{6} O^{15} + H^{14} C^{36} O^{22}$.

Verbindungen von Glutin mit *Alkalien*, *Erden* und reinen *Metalloxyden* sind zur Zeit noch nicht bekannt. Aetzkalk löst sich in Leimwasser auf. Dagegen kann das Glutin sich mit mehreren *basischen Salzen* verbinden; frischgefällte Knochenerde löst sich in nicht unbedeutender Menge in Glutinlösung auf. Leimlösungen geben mit Alaun so wie mit schwefelsaurem Eisenoxyd nur auf Zusatz eines Alkalis Niederschläge, die aus Glutin und einem basischen Salz $= \dddot{\bar{A}l}\,\dddot{S}$ und $\dddot{\bar{Fe}}\,\dddot{S}^{2}$ bestehen. Der durch

schwefelsaures Platinoxyd entstandene Niederschlag scheint basisch schwefelsaures Platinoxyd = $\ddot{Pt}\dddot{S}$ zu enthalten.

Von *Salpetersäure* wird das Glutin beim Kochen in Oxalsäure, Zuckersäure, ein talgartiges Fett und in künstliche Gerbsäure umgewandelt.

Wird Glutin mit concentrirter *Schwefelsäure* übergossen, so löst es sich zu einer farblosen Flüssigkeit auf, welche nach längerem Kochen und Sättigung mit Kreide ausser andern noch nicht genauer untersuchten Stoffen das bereits oben (S. 171) beschriebene Leucin und Leimzucker enthält, der sich auch bei Einwirkung von Alkalien auf Leim bildet.

Wird Glutin mit überschüssigen *kaustischen Alkalien* so lange gekocht, bis sich kein Ammoniak mehr entwickelt, so bilden sich aus ihm nach *Mulder* ungefähr 4 Theile Leimzucker und 1 Theil Leucin. Um diese Stoffe zu trennen, sättigt man die alkalische Flüssigkeit mit Schwefelsäure, dampft zur Trockenheit ab und kocht den Rückstand mit Alkohol aus. Wird nun die alkoholische Lösung verdunstet, so zieht kalter Alkohol aus dem Rückstande das Leucin aus; den zurückbleibenden Leimzucker reinigt man vollends durch Umkrystalliren.

Der Leimzucker krystallisirt nach *Mulder* aus der alkoholischen Lösung in farblosen, rhombischen Prismen, die zwischen den Zähnen knirschen und einen angenehm süssen Geschmack haben; er ist luftbeständig, geruchlos und ohne Reaction; in Wasser löst er sich leicht, schwer in Alkohol, gar nicht in Aether auf; bei + 110° giebt er kein Wasser ab, wohl aber, wenn er mit Bleioxyd erhitzt wird, wobei er 12,5 ⅌ Wasser verliert. Bei 178° schmilzt er und zersetzt sich bei wenig höherer Temperatur. In kalter Schwefelsäure wird er unverändert aufgelöst, beim Kochen schwärzt er sich aber. Salzsäure, Salpetersäure und die Alkalien wirken nur auflösend. Im trocknen Zustande absorbirt er weder Salzsäure, noch Ammoniakgas. Von Chlor, Brom und Jod wird der Leimzucker zersetzt; beim Chlor bildet sich ausser der entsprechenden Wasserstoffsäure ein in Wasser lösliches und in Prismen krystallisirbares Product. Von Metallsalzen und Gerbsäure wird er nicht gefällt; mit Bleioxyd giebt er beim Kochen eine unlösliche und eine lösliche krystallisir-

bare Verbindung, welche letztre aus 1 Aequiv. Leimzucker und 2 Aequiv. Bleioxyd besteht. Der Leimzucker ist übrigens nicht gährungsfähig. Nach *Mulder's* Untersuchungen besteht der durch Bleioxyd entwässerte Leimzucker aus $H^7 C^8 N^2 O^5$; im krystallisirten Zustande enthält er 2 Atome Wasser.

Wird Leimzucker mit Salpetersäure gekocht, so schiesst beim Abdampfen die *Leimzuckersalpetersäure* in farblosen, streifigen, etwas breit gedrückten Prismen an; sie schmeckt süsslich sauer, ist geruchlos, löst sich leicht in Wasser, aber nicht in Alkohol; röthet Lackmus und zersetzt sich beim Erhitzen unter Entwicklung stechend saurer Dämpfe; die Salze verpuffen beim Erhitzen, sind ohne Ausnahme in Wasser auflöslich, und theils krystallisirbar, theils zerfliesslich: sie besteht nach *Mulder* aus 1 At. wasserhaltigem Leimzucker und 2 At. Salpetersäurehydrat $= H^7 C^8 N^2 O^5 + 2\ HO + 2\ (NO^5 + HO)$.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. *Haller* sagte: *Dimidium corporis humani gluten est.* Man fand indessen sehr bald, dass dieser Satz dahin abgeändert werden müsse, dass die Hälfte der festen Theile des thierischen Körpers sich durch Kochen mit Wasser in Leim verwandeln lasse, dass aber der Leim als solcher durchaus noch nicht im thierischen Körper enthalten sei. Lange hat man noch darüber gestritten, ob wenigstens nicht in der Schwimmblase gewisser Fische der Leim bereits fertig gebildet vorkomme; wiewohl auch dieses nicht wahrscheinlich ist.

Man theilte die Gewebe des menschlichen Körpers in leimgebende und eiweissartige; so viel passendes diese Eintheilung anfangs zu haben schien, so widersprachen ihr doch bald die Erfahrungen von Chemikern und Anatomen; *Berzelius* und *E. H. Weber* sahen sich nämlich, da sie namentlich die permanenten Knorpel nicht durch Kochen in Leim verwandeln, und doch in ihnen auch nichts eiweissartiges wahrnehmen konnten, veranlasst, die Knorpel in leimgebende und nicht leimgebende einzutheilen und somit die ältere Eintheilung der Gewebe aufzugeben. *Joh. Müller* beschäftigte sich später genauer mit der Structur und Constitution der Knorpel und fand, dass auch die permanenten Knorpel und Faserknorpel, die man bisher für nicht leimgebend

gehalten hatte, durch mehrstündiges anhaltendes Kochen in eine gelatinirende und leimende Substanz verwandelt werden könnten; zugleich entdeckte er aber auch, dass diese Substanz in vielen andern Eigenschaften nicht mit dem gewöhnlichen Leim übereinstimme; er nannte dieselbe daher Knorpelleim oder Chondrin; *Mulder* hat diesen Körper genauern chemischen Analysen unterworfen, und ihn namentlich ganz anders als den gewöhnlichen Leim zusammengesetzt gefunden.

Das Glutin oder der Knochenleim wird nur aus folgenden Geweben durch längeres oder kürzeres Kochen mit Wasser erhalten: aus den Knorpeln der Knochen (nach der Ossification), aus den Sehnen, dem Corium, Kalbsfüssen, Hirschhorn, der Hausenblase, den Fischschuppen und den permanenten Knorpeln, sobald diese krankhaft verknöchert sind. Die Umwandlung dieser thierischen Theile in Glutin geht vor sich, ohne dass ein Gas aus der Flüssigkeit entwickelt oder aus der Luft absorbirt würde; Säuren befördern diese Metamorphose wie so viele andre in der organischen Chemie, die auch schon durch blosses Kochen aber nur weit langsamer vor sich gehen; eine Gasentwicklung findet auch hier nicht statt. Jedem, der mit dem Verhalten des Stärkmehls in kochendem Wasser bekannt ist, wird die ausserordentliche Analogie, die in dieser Rücksicht zwischen beiden Körpern statt findet, in die Augen schlagen. Das Stärkmehl, ein Körper, der eine eigenthümliche Textur besitzt, löst sich nur nach längerem Erwärmen in Wasser vollständig auf, und bildet eine schleimige, beim Eintrocknen ebenfalls leimende Flüssigkeit; es bildet sich das sogenannte Stärkmehlgummi oder Dextrin; Säuren beschleunigen auch hier die Umwandlung, ohne dass ein Gas entwickelt oder irgend eine salzartige Verbindung der Säuren gebildet werde. Die genauesten chemischen Analysen haben dargethan, dass das Dextrin ganz dieselbe Zusammensetzung habe, wie das Stärkmehl, und doch ist es noch keinem Chemiker in den Sinn gekommen, das Dextrin für identisch mit dem Stärkmehl zu halten. Sollen wir nun bei dieser höchst frappanten Analogie des Leims und Dextrins der Ansicht sein, dass das Sehnengewebe, der Knochenknorpel, die Lederhaut, deren chemische Zusammensetzung wir nicht einmal kennen, nichts weiter als erhärteter Leim seien, der bei der einen Substanz sich in 1 bis 2 Stunden, bei der andern

erst in 6 — 8 Stunden und noch später in Wasser auflöse, und etwa die bekanntere Modification des Leims gäbe? Diese Umwandlung jener Gewebe in Leim ist unbezweifelt ein Beispiel zu jenen organisch-chemischen Processen, die *Liebig* mit dem Namen der *Metamorphose* im engern Sinne belegt wissen will. Diese Ansicht wird ganz durch den Versuch *Chevreul's* bestätigt, der aus 200 Gr. Sehnen durch Kochen 200 Gr. Leim erhielt.

Es bedarf wohl keiner weitern Beweise als dieser frappanten Analogie, von deren Art jedem Chemiker noch mehrere bekannt sind, um die Ansicht zu begründen, dass in allen jenen verschiedenen Geweben nicht der Leim als solcher enthalten sei, sondern, dass diese Gewebe, die so verschiedene Eigenschaften und Structur zeigen, aus einem Stoffe bestehen, der, wenn auch nicht dem Leime isomer, doch so zusammengesetzt ist, dass die chemische Aggregation seiner Molecüle durch heisses Wasser und besonders durch Säuren so erschüttert wird (oder wenn man will, dass die electrische Spannung, durch welche die Atome in gewissen Richtungen zusammen gehalten werden, in so weit umgeändert wird), dass die Elementaratome des ursprünglichen Körpers gerade in diejenige Anziehung zu einander gerathen und in den Richtungen und Verhältnissen abgelagert werden, wie sie den Leim darstellen. Jene den gewöhnlichen Leim erzeugenden Organe sind deshalb nicht nothwendiger Weise gleich zusammengesetzt oder haben einen und denselben Hauptbestandtheil, sondern der Natur ist es hier gelungen, mit demselben Material eine grosse Menge verschiedenartiger Stoffe zu erzeugen, die nicht einmal für blosse Modificationen einer Grundsubstanz anzunehmen sind. Die Pflanzenchemie steht uns bei Vertheidigung dieser Ansicht hülfreich zur Seite; denn es ist eine sehr bekannte Thatsache, dass Amylon, Inulin, Lichenin, sämmtliche Gummiarten, Rohrzucker, Milchzucker und Pflanzenfaserstoff durch Digestion mit verdünnten Mineralsäuren, ohne Gasentwicklung und ohne Absorption in ein und dieselbe Substanz, nämlich in Krümelzucker verwandelt werden. Alle diese Stoffe unterscheiden sich, wie uns die genauesten chemischen Analysen gelehrt haben, nur durch ihren Gehalt an Wasserstoff und Sauerstoff, der jedoch in allen in derselben Proportion wie im Wasser selbst enthalten ist. Es gewinnt demnach den Anschein, als ob die organische Natur, die Lebens-

kraft, im Allgemeinen mit gewissen Atomenaggregaten operire, um aus diesen, indem sie ihnen einige Atome Wasser hinzufügt oder entzieht oder nur die gegenseitige Lage der Atome selbst verändert, die verschiedenartigsten Körper zu den Zwecken des pflanzlichen und thierischen Organismus herzustellen. Im Pflanzenreiche finden wir die gewöhnlichsten stickstofffreien Substanzen theils isomer theils nur durch Wassergehalt von einander verschieden, so dass die Umwandlung der einen in die andre sehr leicht erscheinen muss; aber auch im Thierreiche beliebt es der Lebenskraft, sich nur gewisser chemischer Massentheilchen zu bedienen; wir haben bereits ein solches Beispiel an den Proteinverbindungen kennen gelernt. Dasselbe gilt nun gewiss auch von den Körpern des thierischen Organismus, die uns beim Kochen Leim geben; diese Stoffe sind eben so wenig für chemisch identisch als für physisch gleich zu halten und noch weniger als erhärteter Leim anzusehen, sondern nur als gewisse Atomenzusammenhäufungen, welche sämmtlich durch Kochen mit Wasser uns Leim liefern, so wie jene vegetabilischen durch Kochen mit Schwefelsäure Krümelzucker, und die eiweissartigen Stoffe des Thierkörpers beim Erwärmen mit Kali Protein geben.

Nutzen. Es geht aus dem eben Gesagten hervor, dass hier eigentlich nicht die Rede davon sein kann, welchen Nutzen der Leim im thierischen Körper habe. Die Gewebe selbst, aus denen wir beim Kochen Leim erhalten, gehen nur die Histologie an, und liegen für jetzt noch ausser dem Bereiche der chemischen Untersuchung. Schon eine oberflächliche Betrachtung des Thierkörpers lehrt uns, dass die leimgebenden Gewebe meist zu den sogenannten niedern Geweben gehören, welche nur durch ihre physischen Eigenschaften nützen; sie geben häufig gleich den Knochen den Muskeln feste Ansatzpunkte, bilden um edle, leicht verletzbare Theile feste Hüllen, machen die Bewegungen des Körpers ihrer Elasticität wegen gleichmässiger, schützen den Körper vor den nachtheiligen Folgen starker Erschütterungen, geben ihrer schlechten Wärmeleitungsfähigkeit wegen dem Körper Schutz gegen schnellen Temperaturwechsel, und nützen zuweilen, wie in der Cornea ihrer Durchsichtigkeit halber, als brechende Medien.

Ursprung. Die Entstehung des der chemischen Untersuchung zugänglichen Leims haben wir in dem Obigen erklärlich zu machen versucht; allein über die Art und Weise wie und über die Stoffe, aus welchen jene leimgebenden Gewebe gebildet werden, steht uns eben darum, weil die Natur jener Gewebe in chemischer Hinsicht noch nicht erforscht ist, für jetzt durchaus noch kein Urtheil zu. Nur verdient hier die von *J. Müller* beobachtete Thatsache Erwähnung, dass die Knochenknorpel vor ihrer Verknöcherung nicht das Glutin, sondern Chondrin enthalten, und dass das Chondrin der permanenten Knorpel in Glutin umgewandelt werde, wenn diese Knorpel im hohen Alter pathologisch verknöchern.

Ist es erlaubt, im Voraus einen Blick auf die Möglichkeiten der Entstehung jener Molecularaggregate zu werfen, aus welchen die Natur die leimgebenden Gewebe herstellt, so können wir uns zweierlei denken: da wir im Blute, von dem doch alle Bildung der dem Thierorganismus eigenthümlichen Substanzen ausgeht, keinen Stoff kennen, der in seinem chemischen Verhalten und in seiner Zusammensetzung einige Aehnlichkeit mit dem Leime besässe, so dünkt es fast wahrscheinlich, dass unter gewissen Bedingungen bei der allgemeinen Stoffmetamorphose das schwefelhaltige Protein zuerst in das schwefelhaltige Chondrin umgewandelt und später unter Verlust von Schwefel und einiger Atome der übrigen Elemente in die glutingebenden Gewebe verwandelt werde: oder wir nehmen an, dass auch hier, wie beim Protein, eine bestimmte Zusammenhäufung gewisser Atome dem thierischen Organismus bereits von aussen zugeführt, im Magen aufgelöst werde, und unter der Form eines stickstoffhaltigen Extractivstoffs in das Blut und von dort in die speciellen Theile gelange, um sich daselbst umwandelnd aber nicht zersetzend als Leim abzulagern. Für die letztre Ansicht, welche wegen des Verhaltens und der Zusammensetzung des Chondrins auf den ersten Blick wenig wahrscheinlich dünkt, sprechen einige auffallend übereinstimmende chemische Erfahrungen. *Boussingault*[1]), jener geschickte Experimentator, fand den Kleber oder Pflanzenleim schon längst ziemlich ebenso zusammengesetzt, wie es der Knochenleim nach

3) *Boussingault*, Ann. de Ch. et de Ph. 1837. Juillet p. 110.

Mulder's neueren Untersuchungen ist; in beiden Stoffen sind wenigstens constant 18 % Stickstoff gefunden worden. Bei einigen Untersuchungen über das Verhältniss der durch verschiedene Aussondrungsorgane ausgeschiedenen Elemente, welche im zweiten Theile dieses Werks angeführt sind, fand ich in den in Wasser auflöslichen, aber in Alkohol unlöslichen Stoffen des Harns und des Speichels Salivirender in 6 Analysen im Mittel 18,1 % Stickstoff. Doch beide Ansichten sind für jetzt nichts weiter als Hypothesen.

Knorpelleim. Chondrin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Das Chondrin erscheint trocken als durchsichtige, hornartige, glänzende Masse, die meist farbloser ist als Knochenleim; durch Reiben wird es nicht electrisch; rücksichtlich seines Verhaltens zu den indifferenten Lösungsmitteln, gegen Hitze und gegen Quecksilberchlorid, Gerbsäure und Chlor stimmt es ganz mit dem Glutin überein; indessen ist sein Verhalten zu Säuren und den meisten Metallsalzen ein ganz anderes. *J. Müller* [1]) zeigte schon, dass *Essigsäure* einen bedeutenden Niederschlag aus Chondrinlösungen giebt, der sich selbst in concentrirter Essigsäure nicht auflöst. *Fz. Simon* [2]) und *Vogel* [3]) zeigten später, dass die meisten Säuren aus Chondrinlösungen Niederschläge geben, welche aber, wegen der Leichtigkeit, mit welcher sie sich schon in einem geringen Ueberschuss von Säure wieder auflösen, sehr leicht übersehen werden können. *Alaun*, *Eisen* - und *Kupfervitriol*, *neutrales* und *basisch essigsaures Bleioxyd*, *schwefelsaures Eisenoxyd*, *salpetersaures Silber-*

1) *J. Müller,* Pogg. Ann. Bd. 38. S. 295.
2) *Fz. Simon,* medicin. Chemie Bd. 1. S. 108.
3) *Vogel,* Journ. f. pr. Ch. Bd. 21. S. 426.

oxyd und *Quecksilberoxydul* bewirken starke Fällungen. Die durch Alaunerdesalze bewirkten Niederschläge bilden weisse, compacte Flocken, welche beim Trocknen sehr zusammenbacken; dieselben sind auch in Wasser unlöslich, lösen sich aber im Ueberschuss des Erdsalzes, so wie in Lösungen von Kochsalz und essigsauren Alkalien wieder auf. Der durch schwefelsaures Eisenoxyd entstandene Niederschlag löst sich nicht in einem Ueberschuss des Fällungsmittels, wohl aber im Kochen auf. Im Uebrigen verhält sich das Chondrin gegen Alkohol, Kreosot, Chlor, Brom, Jod und Kaliumeisencyanür, so wie gegen Hitze oder die gewöhnlichen atmosphärischen Einflüsse ganz wie das Glutin; indessen sind seine Verbindungen mit andern Körpern und Zersetzungsproducten noch keineswegs näher untersucht.

Zusammensetzung. *Mulder*[1]) hat auch das Chondrin zuerst einer Elementaranalyse unterworfen; er fand darin ausser den gewöhnlichen Elementen animalischer Substanzen etwas freien Schwefel, so wie über 4 % einer meist aus Knochenerde bestehenden Asche. Das Chondrin besteht dieser Analyse zufolge nach Abzug der Erdsalze aus:

		gefunden	Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	=	6,63	260	6,61
Kohlenstoff	=	49,96	320	49,93
Stickstoff	=	14,44	40	14,47
Sauerstoff	=	28,59	140	28,58
Schwefel	=	0,38	1	0,41

Mulder glaubt, dass in diesem Körper 20 At. schwefelfreien Chondrins mit 1 At. Schwefel, ähnlich wie in den Proteinverbindungen, verbunden seien; das Atomgewicht des schwefelfreien Chondrins $= H^{13} C^{16} N^2 O^7$ wäre demnach = 2439,318; das des schwefelhaltigen $= Ch^{20} + S$ = 48987,15. *Mulder* hat übrigens nur das reine Chondrin und dessen Verbindungen mit schwefelsaurem Eisenoxyd untersucht; ein analysirbares gerbsaures Chondrin vermochte *Mulder* nicht darzustellen.

Darstellung. Das Chondrin erhält man am leichtesten durch 18- bis 24stündiges Kochen von Rippen-, Kehlkopf- oder

1) *Mulder*, Natuur. en Scheik. Arch. 1837. p. 450 und 1838 p. 163.

Gelenkknorpeln mit Wasser; um die Chondringallerte zu reinigen, verfährt man wie beim Glutin, und zieht den getrockneten Rückstand mit Alkohol aus.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. In Bezug auf das Vorkommen des Chondrins im thierischen Organismus gilt ganz dasselbe, was oben vom Glutin gesagt worden ist; das Chondrin findet sich nicht fertig gebildet im Organismus, sondern es wird durch ein 12, 15 ja 18stündiges Kochen gewisser Gewebe mit Wasser gebildet; alle permanenten Knorpel liefern in gesundem Zustande Chondrin beim Kochen. Merkwürdig ist die schon oben berührte, von *J. Müller* entdeckte Thatsache, dass die Knochenknorpel nicht nur vor der Ossification Chondrin geben, sondern auch zuweilen in Folge von krankhaften Veränderungen und besonders Auftreibungen. Es geht hieraus hervor, das Chondrin und Glutin trotz ihrer völlig verschiedenen Zusammensetzung in einer bestimmten Relation zu einander stehen müssen. Welches aber diese Relation ist, lässt sich zur Zeit noch keineswegs errathen; denn *Mulder's* Annahme, dass beide Leimarten aus mehreren Aequivalenten Blausäure und einem organischen stickstofffreien Oxyd $= H^{22}C^{24}O^{14}$ bestehen, ist auf nichts als auf die Vergleichung der Atomenzahlen gegründet. Uebrigens finden sich in den thierischen Organismen noch mehr leimartige Körper, welche weder zu dem Chondrin noch zu dem Glutin gezählt werden können. So hat *J. Müller* gezeigt, dass z. B. in der *Osteomalacie*, wo der phosphorsaure Kalk zuweilen ziemlich geschwunden ist, die Knochen weder Glutin noch Chondrin geben, dass ferner aus dem *elastischen Gewebe* der Arterien nach lange fortgesetztem Kochen eine Art Leim erhalten werde, welche sich vom Chondrin blos dadurch unterscheidet, dass sie nicht von schwefelsaurem Eisenoxyd gefällt wird; dass die Knochen der Knorpelfische durch Kochen in eine nicht gelatinirende, aber sehr gut leimende Substanz verwandelt werden, welche übrigens dem Chondrin ähnlich sich gegen Essigsäure und Metallsalze verhält, durch Platin-, Silber- und Goldoxydsalze aber nicht gefällt wird, dass endlich die ossificirten Fischknorpel beim Kochen eine nicht gelatinirende Flüssigkeit liefern, welche zwar

durch Gerbsäure, aber nicht durch Essigsäure und Thonerdesalze gefällt wird, und demnach mehr dem Glutin ähnelt.

Nutzen. Die chondringebenden Gewebe des thierischen Körpers nützen durch dieselben physischen Eigenschaften, wie die glutingebenden; namentlich tritt in ihnen die Elasticität als eine ihrer wichtigsten Eigenschaften hervor.

Ursprung. Schon unter dem Glutin ist angedeutet worden, dass wir über die Entstehung des Chondrins noch völlig im Dunkeln sind; es ist höchst wahrscheinlich nach obigen Erfahrungen *J. Müller's*, dass das Glutin sich aus dem Chondrin bildet, wie? darüber muss die Zukunft entscheiden.

Fette.

Allgemeine Eigenschaften. Die Fette des thierischen Organismus sind meistens Gemenge mehrerer Fettarten, die sich ausser durch ihren Aggregatzustand und ihre Zusammensetzung meist nur wenig unterscheiden; die meisten Thierfette sind bei gewöhnlicher Temperatur weich und schmierig, mehrere fest und wachsartig, einige auch flüssig; doch stimmen fast alle in Folgendem überein: durch starkes Abkühlen vorzüglich der alkoholischen Lösungen können sie in weissen Schuppen oder Blättchen von eignem Glanze erhalten werden; völlig rein sind sie meist farblos und durchscheinend, schwimmen auf Wasser, machen Papier und Leinen durchscheinend, leiten Electricität und Wärme schlecht, schmelzen grösstentheils unter dem Siedepunkte des Wassers, lassen sich aber nur im luftleeren Raume theilweise unzersetzt destilliren, haben keinen Geruch und Geschmack, sobald sie rein und frisch sind; von *Wasser* werden sie nicht aufgelöst, die meisten von siedendem *Alkohol*, aus welchem sie sich beim Erkalten wieder ausscheiden; in *Aether* und *flüchtigen Oelen* sind sie sämmtlich löslich; völlig rein üben sie keine Reaction auf Pflanzenfarben aus, doch werden viele an der Luft leicht ranzig und sauer, indem sie grosse Mengen Sauerstoff absorbiren. In stärkrer *Hitze* werden sie bei hinlänglichem Sauerstoffzutritt entzündet und verbrennen mit leuchtender Flamme.

Bei der *trocknen Destillation* liefern einige Fette andre fettartige und brenzliche Stoffe, und hinterlassen etwas Kohle, andre werden zum Theil in eigenthümliche Fettsäuren verwandelt. Sehr schnell erhitzt oder auf glühende Körper geschüttet, verkohlen sie und entwickeln ölbildendes Gas.

Durch längere Berührung mit *Chlor, Brom und Jod* werden die Fette zersetzt; dagegen nehmen sie Schwefel, Selen und Phos-

phor unverändert in sich auf; mit dem erstern erleiden sie nur beim Erwärmen eine Zersetzung.

Durch concentrirte *Mineralsäuren* werden sie umgewandelt, und zwar meist in Fettsäuren, und bei Anwendung von Schwefelsäure auch in eine eigenthümliche Säure, welche man Glycerinschwefelsäure genannt hat.

Rücksichtlich ihres Verhaltens zu ätzenden Alkalien zerfallen die Fette in zwei grosse Classen, nämlich in solche, welche durch dieselben in *Glycerin* oder *Oelzucker* und Fettsäuren zerfallen und deren Säure dann mit den Alkalien sogenannte *Seifen* und mit Bleioxyd *Pflaster* bildet, und in solche, die durch Alkalien, Bleioxyd oder Zinkoxyd keine ähnliche Veränderung erleiden.

Zusammensetzung. Im Allgemeinen sind die Fette rücksichtlich ihrer atomistischen Zusammensetzung sehr von einander verschieden, indessen geht schon aus der ausserordentlichen Aehnlichkeit ihrer physischen Eigenschaften, so wie auch, wie weiter unten ausführlich gezeigt werden soll, aus der Analogie ihrer chemischen Constitution und Zerlegung, ziemlich deutlich hervor, dass, wenn auch nicht allen, wie den eiweissartigen Körpern, ein gemeinschaftliches Radical zu Grunde liege, doch die Zusammenlagerung der Atome eine höchst ähnliche sein müsse. Die gewöhnlichsten Fette bestehen nur aus grossen Atomenmengen von Kohlenstoff und Wasserstoff und enthalten dagegen sehr wenig Sauerstoff, während sie völlig stickstofffrei sind. Einige eigenthümliche Fette, welche man im Gehirn und im Blute findet, enthalten auch Stickstoff, Phosphor und Schwefel; jedoch ist es noch sehr fraglich, ob diese eigenthümlichen Körper überhaupt zu den Fetten gerechnet werden können, oder ob sie vielleicht Verbindungen eines Fettradicals mit Schwefel, Phosphor oder stickstoffhaltigen Radicalen sind, welche die Haupteigenschaften der Fette beibehalten, ohne dieselben Verbindungs- und Zersetzungsverhältnisse zu zeigen. Rücksichtlich der eigentlichen, gewöhnlichen, verseifbaren Fette sind die Chemiker ziemlich allgemein zu der Ansicht über ihre theoretische Zusammensetzung gekommen, dass man sie für Verbindungen eigenthümlicher Fettsäuren mit dem sich beim Verseifen ausscheidenden Glycerin hält, also für Salze, in welchen, wie beim Aethyl- und Methyloxyd, bald gleiche Atome Säure, bald

mehrere Atome Säure, bald verschiedene Säuren mit dem Glycerin oder Glyceryloxyd verbunden sind. Die Bestandtheile dieser Salze sind aber so fest und innig mit einander verbunden, dass nur die stärksten chemischen Agentien sie zu trennen im Stande sind.

Vorkommen. Die Fette finden sich nicht blos im Thierreiche, sondern auch in den Pflanzen, vorzüglich in den Samen und Fruchtkernen derselben; aus ihnen gewinnt man insbesondre die sogenannten fetten Oele und einige butterartige Fette, z. B. Cacaobutter, Palmöl u. s. w. Fast in allen Thieren und thierischen Theilen hat man Fette gefunden; nur in den untersten Thierclassen trifft man auf einen gänzlichen Mangel an Fett. Im menschlichen Körper und den demselben ähnlichen Organismen finden wir am allgemeinsten verbreitet ein Fett, in Form von kleinen Körnchen oder Bläschen im Zellgewebe abgelagert, an verschiedenen Stellen und unter verschiedenen Verhältnissen in grössrer oder geringerer Menge, vorzüglich unter der Haut, wo diese Fettansammlung den *Folliculus adiposus* bildet, in der Bauchhöhle im Omentum und an den Nieren; überhaupt füllt es die Zwischenräume der Organe aus. Dieses am allgemeinsten vorkommende Fett wollen wir mit dem Namen des Zellgewebfettes belegen. Andre Fettarten finden sich im Blute, in der Galle, im Gehirn und in der Milch; ja einzelnen Thieren, die selbst den höhern Thierclassen beigezählt werden müssen, sind wieder besondre Fettarten eigen, z. B. den Schafen, dem Biber, dem Pottfische u. s. w. In dem folgenden sollen nur die verschiedenen Fette des menschlichen Körpers je nach ihrem Vorkommen einzeln gewürdigt werden.

Zellgewebfett.

Dieses Fett ist selbst bei den Thieren der höhern Classen von nicht ganz gleicher Beschaffenheit; das Fett der Menschen und fleischfressenden Thiere ist meist weich, schmierig, butterartig, während das der pflanzenfressenden gemeiniglich fester, härter und mehr wachsartig ist. Auch an verschiedenen Stellen des menschlichen Körpers zeigt sich das Zellgewebfett nicht ganz

gleich; so ist das aus dem *Folliculus adiposus renum* erhaltene Fett beim Schmelzen gelblich und ohne Geruch, gerinnt aber bei + 25°, während das aus dem Zellgewebe der Waden erhaltene bei + 15° noch flüssig ist.

Mikroskopische Untersuchungen haben gelehrt, dass dieses Fett dem Zellgewebe in Form von polyedrischen oder sphärischen Körnchen eingestreut vorkommt, welche eine feste Hülle und einen flüssigen Kern zu haben scheinen. Ist die letztre Beobachtung richtig, so liesse sich leicht aus dem verschiedenen Verhältnisse, in welchem der flüssige Inhalt zu der festen Fettrinde steht, die Verschiedenheit der ausgeschmolzenen Fettarten erklären. In der That ist es auch den Chemikern gelungen, aus dem gewöhnlichen Fett zwei und oft drei verschiedene Fettmaterien auszuscheiden, so dass man jetzt allgemein zu der Ansicht gekommen ist, dass jene Unterschiede der Fette der höhern Thiere oder der verschiedenen Stellen des Thierkörpers nicht auf einer specifischen Verschiedenheit der einzelnen Fettarten beruhen, sondern dass insbesondre die verschiedene Schmelzbarkeit und Consistenz nur durch die Mengenverhältnisse bedingt wird, in welchen bei verschiedenen Fettsorten die an sich flüssige Fettmaterie mit einer für sich festen Fettsubstanz gemischt ist. Man hat nämlich aus dem Zellgewebfett der Säugethiere zur Zeit drei verschiedene Fettmaterien auszuscheiden vermocht, nämlich ein festes, wachsartiges: *Stearin*, ein ebenfalls festes, aber leichter schmelzbares: *Margarin* und ein ölartiges: *Elain.* Alle Zellgewebfette sind Gemenge zweier dieser Stoffe, oder aller drei Materien. Das Menschenfett besteht nur aus Margarin und Elain, wogegen die Fette der pflanzenfressenden Thiere auch noch Stearin enthalten.

Stearin, *Talgstoff*, $H^{142} C^{142} O^{17}$, stellt eine rein weisse Masse dar, schmilzt bei + 62°, erstarrt beim Erkalten nicht krystallinisch, ist brüchig, trocken, leitet Galvanismus nicht, löst sich in kaltem Alkohol nicht, in heissem wenig, in Aether aber sehr leicht. Bei der trocknen Destillation liefert dieses Fett Stearinsäure, Margarinsäure und die Zersetzungsproducte des Glycerins; bei der Verseifung stearinsaure Alkalien und Glycerin.

Stearinsäure, *Talgsäure*[1]), $H^{66} C^{68} O^{5} + 2HO$, kry-

1) *Redtenbacher*, Ann. der Pharm. Bd. 35. S. 46.

stallisirt in glänzendweissen Blättchen, schmilzt bei + 70°, ist geschmack- und geruchlos, löst sich in heissem Weingeist, röthet Lackmus und lässt sich entzünden; verbindet sich mit Schwefelsäure ohne Zersetzung, und zersetzt in der Wärme kohlensaure Salze; die talgsauren Alkalien zerlegen sich beim Kochen mit Wasser in doppelttalgsaures Salz, welches sich ausscheidet, und in neutrales talgsaures Salz, welches mit freiem Alkali aufgelöst bleibt. Der trocknen Destillation unterworfen liefert sie Margarinsäurehydrat $= H^{34} C^{34} O^{4}$, eine eigenthümliche krystallisirbare Substanz, *Margaron* $= H^{33} C^{33} O^{1}$ und ein kohlenwasserstoffiges Oel. Durch Salpetersäure wird die Stearinsäure in Margarinsäure verwandelt ($H^{66} C^{68} O^{5} + O = 2 H^{33} C^{34} O^{3}$) und später zu Bernsteinsäure und Korksäure oxydirt. Auch durch Schwefelsäure, Chromsäure und Wasser wird die Talgsäure in Margarinsäure verwandelt.

Margarin ist weiss, fest, schmilzt bei + 48°, löst sich wenig in Alkohol, leicht in heissem Aether; aus beiden Lösungen scheidet es sich beim Erkalten in perlmutterglänzenden Schuppen aus, giebt bei der Verseifung Glycerin und Margarinsäure, nach *Pelouze* und *Fremy* aber stets auch zugleich Oelsäure.

Margarinsäure[1]), $H^{33} C^{34} O^{3} + HO$, unterscheidet sich von der Talgsäure nur durch ihre leichte Schmelzbarkeit (bei + 56°) und ihre dichter verwebten, perlmutterglänzenden Krystallnadeln; die Salze dieser Säure sind denen der Stearinsäure fast ganz ähnlich; sie unterscheiden sich von diesen nur durch ihre leichtre Schmelzbarkeit; bei vorsichtigem Erhitzen lässt sich die Margarinsäure nur zum Theil unzersetzt destilliren, immer bildet sich zugleich unter Verlust von Kohlensäure Margaron ($H^{33} C^{34} O^{3} - CO^{2} = H^{33} C^{33} O$); durch Salpetersäure wird die Margarinsäure in Bernsteinsäure und Korksäure verwandelt.

Elain, *Oelstoff*, ist ein farbloses Oel, leitet galvanische Electricität nicht, erstarrt bei niedern Temperaturen, wird an der Luft ranzig, ist nie ganz frei von Margarin und Stearin, giebt jedoch bei der Verseifung ausser Glycerin und Oelsäure eine solche Menge Margarinsäure, dass diese nicht blos von der Zersetzung des Margarins hergeleitet werden kann.

1) *Varrentrapp*, Ann. d. Pharm. Bd. 35. S. 65 und 196.

Elainsäure, *Oelsäure*[1]), H^{39} C^{44} O^4 + HO, bildet eine schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit, schmeckt und riecht gewöhnlich ranzig, erstarrt bei 0° zu einer krystallinischen Masse, löst sich in Alkohol von 0,82 und in Aether in jedem Verhältnisse, röthet Lackmus stark, zersetzt in der Wärme kohlensaure Salze unter Aufbrausen; die ölsauren Salze sind weich, schmierig, nicht krystallisirbar.

Die Oelsäure lässt sich nicht unzersetzt destilliren, sondern liefert beim Erhitzen Kohle, Kohlensäure, Kohlenwasserstoffverbindungen und *Fettsäure*. Diese Säure[2]), H^8 C^{10} O^3 + HO erscheint in perlmutterglänzenden Schuppen, schmilzt bei 127°, lässt sich ohne Zersetzung sublimiren, schmeckt sauer, löst sich in heissem Wasser, Alkohol und Aether, röthet Lackmus, und bildet der Benzoesäure ähnliche Salze. Sie bildet sich bei der trocknen Destillation fast aller Fette, entsteht aber nur aus der Oelsäure.

Behandelt man Elainsäure mit salpetriger Säure, so entsteht neben einem blutrothen Körper die sogenannte *Elaidinsäure*[3]), H^{66} C^{72} O^5 + 2HO, welche in perlmutterglänzenden Schuppen krystallisirt, bei + 45° schmilzt, in Alkohol und Aether sich leicht löst, sich nur zum Theil unzersetzt destilliren lässt; digerirt man diese Säure mit überschüssigem Kalihydrat, so bildet sich eine andre weisse, krystallinische Säure[4]) = H^{30} C^{32} O^3 + HO. Fast ebenso verhält sich Elaine und Elainsäure gegen salpetrige Säure und gegen Ueberschuss von Kalihydrat.

Durch Behandlung der Oelsäure mit Salpetersäure haben *Laurent*[5]) und *Bromeis*[6]) acht Säuren erhalten: *Elaidinsäure*, *Oenanthsäure*, *Korksäure*, *Azelainsäure*, *Pimelinsäure*, *Adipinsäure*, *Lipinsäure* und *Azoleinsäure*; indessen bedarf diese Untersuchung noch vollständigere Bestätigung.

Man glaubte früher, dass durch Zersetzung der Margarine mit Schwefelsäure, sowie durch die der Elaine, Glycerinschwefelsäure und die entsprechende Margarin- und Elainsäure gebildet würden, allein *Fremy*[7]) hat gezeigt, dass sich aus der Margarine bei diesem Processe drei neue Säuren von gleichem Radical bilden, nämlich *Metamargarinsäure* = H^{35} C^{35} O^3, *Hydromargarinsäure* = H^{35} C^{35} O^4

1) *Varrentrapp*, Ann. d. Pharm. Bd. 35. S. 65 und 196.
2) *Redtenbacher*, Ann. der Pharm. Bd. 35. S. 188.
3) *Meyer*, Ann. der Pharm. Bd. 35. S. 175.
4) *Varrentrapp*, a. a. O.
5) *Laurent*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 66. p. 154.
6) *Bromeis*, Ann. der Pharm. Bd. 35. S. 93.
7) *Fremy*, Ann. de Chim. T. 65. p. 113.

und *Hydromargaritinsäure* = H^{35} C^{35} O^{5}; des gemeinschaftlichen Radicals halber will sie *Berzelius*[1]) *piotinige Säure, Unterpiotinsäure* und *Piotinsäure* genannt wissen. Auch die Elaine giebt nach *Fremy* bei gleicher Behandlung nicht Oelsäure, sondern zwei ganz andre flüssige, und dazu isomere Säuren, nämlich *Hydrolein-* und *Metoleinsäure*, von *Berzelius Lipin-* und *Paralipinsäure* genannt (= H^{63} C^{70} O^{8} + 2 HO; oder H^{32} C^{35} O^{4} + HO). Unterwirft man diese Säuren der trocknen Destillation, so liefern sie unter Abgabe von 2 At. Kohlenoxyd und 1 At. Kohlensäure zwei polymere Körper (H^{32} C^{35} O^{4} — C^{3} O^{4} = H^{32} C^{32}) nämlich das *Oleën*, H^{3} C^{3}, eine weisse, durchdringend riechende Flüssigkeit, die in Wasser wenig, leicht in Alkohol und Aether löslich ist und bei + 55° siedet, und das *Elaën*, H^{4} C^{4}, welches ebenfalls eine starkriechende Flüssigkeit ist, in Alkohol sich schwerer als Oleën, in Wasser gar nicht löst und erst bei + 110° kocht.

Glycerin, *Scheele'sches Süss, Oelzucker, Principium dulce oleorum*, H^{7} C^{6} O^{5}, stellt rein einen farblosen Syrup dar, von angenehm süssem Geschmacke; es zieht an der Luft Wasser an, löst sich leicht in Wasser und Alkohol, röthet Lackmus nicht, lässt sich im concentrirten Zustande zum Theil unzersetzt destilliren, auch ist es entzündlich und verbrennt mit blauer Flamme, geht mit Hefe versetzt nicht in Gährung über, löst Bleioxyd auf, und giebt mit Salpetersäure nur schwierig Oxalsäure. Mit Schwefelsäure geht dieser Körper unmittelbar eine Verbindung ein, welche dem doppeltschwefelsauren Aethyloxyd (der Weinschwefelsäure) ganz analog ist; die *Glycerinschwefelsäure*, H^{7} C^{6} O^{5} + 2 SO^{3} + HO, ist nur im flüssigen Zustande bekannt, schmeckt sauer, röthet Lackmus, und bildet mit allen Basen, selbst mit Baryt und Bleioxyd, leicht lösliche Salze.

Das Glycerin gewinnt man am besten bei der Bleipflasterbereitung aus der wässrigen Flüssigkeit durch Abdampfen, nachdem man vorher das davon aufgelöste Bleioxyd durch Schwefelwasserstoff entfernt hat, oder durch Sättigen der bei der gewöhnlichen Seifenbildung erhalten Mutterlauge mit Schwefelsäure, Versetzen mit kohlensaurem Baryt, Abdampfen und Ausziehen mit Alkohol.

Darstellung. Aus dem wiederholt unter Wasser umgeschmolzenen und gereinigten Zellgewebfett können vorerwähnte Fettarten auf verschiedene Weise, jedoch selten vollkommen rein dargestellt werden. Gewöhnlich löst man das Fett in siedendem Alkohol auf, beim Erkalten scheidet sich das Stearin und ein grosser Theil des Margarins in Krystallschuppen aus; im erkalteten Alkohol bleibt fast nur das Elain aufgelöst; das Margarin gewinnt

1) *Berzelius*, Jahresbericht. Bd. 19. S. 284.

man am reinsten aus solchen Fetten durch Auflösen in heissem Alkohol, in welchen, wie z. B. im Menschenfett und Hammeltalg, gar kein Stearin enthalten ist; auch durch starkes Auspressen zwischen Fliesspapier trennt man ziemlich gut das Elain von dem Stearin und Margarin, indem erstres bei gewissen Wärmegraden in das Papier eindringt; Elain erhält man ziemlich rein auch, wenn man ein Fett nur mit der Hälfte Kali digerirt, welche zur vollkommnen Verseifung nothwendig wäre; dann wird nämlich nur das Stearin und Margarin verseift, nicht aber das Elain. In ähnlicher Weise werden die entsprechenden Säuren, aber meist viel reiner, erhalten.

Zusammensetzung. Nach der im Obigen ausgesprochenen Hypothese über die Zusammensetzung der verseifbaren Fette sollte man glauben, dass das Stearin stearinsaures Glycerin, das Margarin margarinsaures und das Olein ölsaures Glycerin seien; (hiernach wäre die Stearine gleich talgsaurem Glycerin und talgsaurem Wasser, nämlich $H^{142} C^{142} O^{17} = H^7 C^6 O^5 . HO. H^{66} C^{68} O^5 + H^2 O^2 . H^{66} C^{68} O^5$) allein nach den Versuchen von *Pelouze* und *Fremy* dürfte fast anzunehmen sein, dass die Fette, welche wir mit besondern Namen belegt und streng distinguirt haben, nämlich Margarin, Verbindungen vielleicht von 2 At. margarinsaurem und 1 At. ölsauren Glycerin seien, das Elain dagegen wohl aus 2 At. ölsaurem und 1 At. margarinsaurem Glycerin bestehe. Man würde dann sich um so leichter die Mannigfaltigkeit der verschiedenen Fettsorten erklären können. Dagegen kann es auch von der Unvollkommenheit unsrer Scheidungsmethoden herrühren, dass erwähnte Gelehrte aus möglichst reiner Elaine stets etwas Margarinsäure, und aus Margarine immer etwas Oelsäure bei der Verseifung erhalten haben. Indessen ist diese ganze Hypothese noch keineswegs so ausgemacht, dass sie nicht vielleicht später ganz verworfen werden müsste; der Hauptgrund für ihre Annahme liegt in der Fähigkeit des Glycerins gleich dem Aethyloxyd mit Schwefelsäure sich zu verbinden; dagegen wird diese Analogie sehr wankend, wenn wir erwägen, dass durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Fette zwar Glycerinschwefelsäure gebildet wird, zugleich aber ganz andre Säuren, als wie wir sie durch reine Verseifung neben dem Glycerin erhalten, und dass das Glycerin so vollkommen verschieden von den Fetten ist, während

das Aethyloxyd wenigstens seinen neutralen Salzen so ausserordentlich ähnlich sich zeigt. Uebrigens kann jene Umwandlung der Fette durch keine andren starken Basen als durch die Alkalien, Bleioxyd und Zinkoxyd bewerkstelligt werden; borsaure und kohlensaure Alkalien bedingen blos nach lange fortgesetzter Digestion eine theilweise Verseifung der Fette.

Fette des Blutes.

Man würde aus verschiedenen Gründen a priori bestimmen können, dass auch im Blute Fett enthalten sein müsse, wenn nicht directe Versuche uns von der Gegenwart desselben selbst in den einzelnen Theilen des Blutes überzeugt hätten. Durch *Gmelin* und *Tiedemann* sind wir gelehrt worden, dass im Chylus sich stets grössere oder geringere Mengen von Fett emulsionsartig suspendirt finden; von hier aus kann das Fett kaum einen andern Weg als durch das Blut zu den einzelnen Theilen des Organismus nehmen, in denen es in oft so grossen Massen abgelagert wird. *Fz. Simon*[1]) hat in neuerer Zeit bei 7 Analysen 0,796 bis 5,590%, im Mittel 3,032% Fett im Blute gefunden; gelang es doch auch *Marchand* und *Colberg*[2]) in der weit verdünnteren Lymphe 0,264% Fett nachzuweisen.

Die Fette des Blutes sind indessen noch keineswegs genauer untersucht; es kam zunächst dem Chemiker darauf an, zu untersuchen, ob die verschiedenen im Blute enthaltenen Fettarten identisch seien mit denen, die wir an einzelnen Stellen des Thierkörpers in grössern Massen abgelagert finden. Die bisherigen Bemühungen der Forscher sind aber gerade nicht im Stande gewesen, jene am allgemeinsten im Körper verbreiteten Fette, die wir so eben beschrieben haben, im Blute nachzuweisen; dagegen fand

1) *Fz. Simon*, Arch. d. Pharm. Bd. 18. S. 35.
2) *Marchand* und *Colberg*, Pogg. Ann. Bd. 43. S. 625.

man meist Fette, die entweder gar nicht verseifbar sind, oder bereits verseifte, d. h. Fettsäuren. Merkwürdig ist dabei, dass nicht nur die Blutkörperchen und die Blutflüssigkeit ihre eigenthümlichen Fettarten zu enthalten scheinen, sondern dass fast jeder Bestandtheil des Bluts, das Globulin, Fibrin, Albumin und das Serum von einer eigenthümlichen Fettart begleitet ist, die inniger mit der besondern Substanz gemengt oder vereinigt ist; daher man denn auch früher zuweilen die gebundenen Fette von den freien Fetten unterscheiden zu müssen glaubte.

Das Wenige, was bis jetzt über die einzelnen Fette des Bluts bekannt geworden ist, läst sich in Folgendem zusammenfassen.

Im *Fibrin* hat *Berzelius*[1]) ein Fett gefunden, welches aus demselben durch Aether ausgezogen werden kann; dasselbe krystallisirt beim Abkühlen, ist im geschmolzenen Zustande gelb oder gelbbraun, löst sich in kaltem Alkohol und röthet Lackmus; beim Verbrennen hinterlässt es eine alkalisch reagirende Masse; hieraus scheint hervorzugehen, dass dieses Fett, in welchem man zugleich einen Stickstoffgehalt wahrgenommen hat, wenigstens zum Theil aus einem sauren fettsauren Alkali bestehe.

Im *Serum des Blutes*, und zwar hauptsächlich mit dem *Albumin* vereinigt, hat man ebenfalls ein Gemeng noch nicht genau getrennter Fette gefunden; *Lecanu* fand darin besonders freie *Margarinsäure* und *Oelsäure*, neben dem im Blute, wie in der Galle und im Gehirn schon längst entdeckten *Cholesterin*, und dem zuerst von *Boudet*[2]) aufgefundenen *Serolin*. *Denis*' Untersuchungen führten zu demselben Resultate.

Wird der getrocknete Blutkuchen mit Aether ausgezogen, und die Fette dann durch ihre verschiedene Löslichkeit in Alkohol getrennt, so erhält man ausser den eben angeführten im Serum und in dem Blutwasser gefundenen Fettarten noch ein *phosphorhaltiges, krystallinisches Fett*, welches dem im Gehirn gefundenen krystallinischen, phosphorhaltigen Fett zu entsprechen scheint; da dasselbe nicht im Faserstoff, Eiweiss und Serum vorgefunden

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 88.
2) *Boudet*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 52. p. 337.

worden ist, so scheint es den *Blutkörperchen* und insbesondere dem *Globulin* eigenthümlich zu sein.

Serolin wird von *Boudet* für ein eigenthümliches Fett gehalten; bei gewöhnlicher Temperatur erscheint es in perlmutterglänzenden Flocken, welche sich sehr wenig in kaltem Alkohol lösen, aber ziemlich leicht in heissem und in Aether; mit Wasser bilden sie keine Emulsion; dieses Fett ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, schmilzt bei + 36 und scheint theilweise unverändert überzudestilliren; die ammoniakalischen Dämpfe und der ganz eigenthümliche Geruch, die sich bei der Destillation entwickeln, beweisen den Stickstoffgehalt dieses Fettes; durch Alkalien wird es nicht verseift.

Man erhält das Serolin, wenn man eingetrocknetes, mit Wasser ausgekochtes, und von Neuem getrocknetes Blut mit heissem Alkohol auszieht; beim Erkalten des letztern scheiden sich die Flocken des Serolins ab.

Cholesterin, *Gallenfett*, $H^{32} C^{37} O$, krystallisirt in weissen, perlmutterglänzenden Blättchen, ohne Geruch und Geschmack, schmilzt bei + 137° zu einer farblosen Flüssigkeit, die beim Erkalten krystallinisch erstarrt, destillirt im verschlossenen Raume grösstentheils unzersetzt über; es enthält 5,2 % Wasser chemisch gebunden, löst sich in kaltem Alkohol sehr wenig, leicht in kochendem Alkohol und Aether, so wie auch in Schwefelkohlenstoff, fetten und flüchtigen Oelen; entzündet verbrennt es mit leuchtender Flamme wie Wachs. Durch Alkalien wird das Cholesterin nicht verseift; von concentrirten Mineralsäuren wird es zersetzt und von Schwefelsäure blutroth gefärbt; mit Salpetersäure gekocht, entwickelt es Stickstoffoxydgas und bildet eine eigenthümliche Säure:

Cholesterinsäure, $H^9 C^{11} N O^5$; diese krystallisirt in farblosen Nadeln, ist fast geschmacklos, schmilzt bei + 58°, lässt sich nicht unzersetzt destilliren, ist in Wasser schwerlöslich, leichter dagegen in Alkohol, Aether und flüchtigen Oelen, röthet Lackmus, giebt mit Basen gelbbraune oder rothe Salze, aus welchen die Säure leicht durch andre Säuren, ausser Kohlensäure, ausgeschieden wird.

Reines Cholesterin erhält man am besten durch Auskochen von Gallensteinen mit Alkohol (und schnelles Filtriren); die beim

Erkalten der filtrirten Lösung ausgeschiedenen Cholesterinblättchen werden durch Umkrystallisiren vollends gereinigt.

Das Cholesterin war schon von *Gren* im J. 1788 in Gallensteinen entdeckt worden; erst in neuerer Zeit wiesen *Lecanu, Denis, Boudet* und *Marchand* sein Vorkommen im Blute mit Bestimmtheit nach; von hier aus wird es nicht nur der Leber zugeführt, sondern im ganzen thierischen Organismus verbreitet; *Couërbe*[1]) fand es im Gehirn unter mehrern andern Fetten, *Fromherz* und *Gugert*[2]) in der Vernix caseosa, *Wöhler*[3]) und *Marchand*[4]) in mehrern hydropischen Flüssigkeiten, namentlich in vielen krankhaften Ablagerungen, ohne dass seine Ausscheidung hier an gewisse Organe oder Gewebe gebunden zu sein scheint; so fand es *Lassaigne*[5]) in einer scirrhösen Masse des Mesocolons, *Gugert*[6]) und *Marchand*[7]) im Fungus medullaris und im Cor adiposum, *Brechet* und *Barruel* im krankhaften Eierstocke und in einem degenerirten Hoden, *Caventou*[8]) in einem Zahnabscess, *Valentin* 8,766 ℥ Cholesterin im trocknen Rückstande vom Eiter eines grossen Geschwürs; die plexus choroideos eines Gehirns fand ich einmal von Krystallen umgeben, welche rhombische Tafeln bildeten und aus Cholesterin bestanden, aber kein phosphorhaltiges Fett enthielten. Am gewöhnlichsten findet man jedoch abnorme Ablagerungen von Cholesterin in der Gallenblase; es bilden sich daselbst Concremente, die je nach der Quantität des in demselben enthaltenen Cholesterins bald braun, gelb oder fast weiss sind, und deren Form ebenso verschieden ist; viele solcher Concremente, sogenannte *Gallensteine*, zeigen deutlich krystallinische Textur; meistens kommen mehrere Steine in einer Blase vor, die sich an einander gerieben haben, und demnach abgeschliffene Oberflächen haben; die, welche einsam in einer Gallenblase gefunden worden, sind meist rundlich oder oval und zeigen, wenn sie weiss und

1) *Couërbe*, Ann. de Ch. et de Ph. T. 56. p. 164.
2) *Fromherz* und *Gugert*, Schweig. Journ. Bd. 50. S. 196.
3) *Wöhler*, Tiedemann's Zeitschr. f. Physiol. Bd. 1. S. 123.
4) *Marchand*, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 16. S. 37.
5) *Lassaigne*, Annal. de Chim. et ed Phys. T. 9. p. 328.
6) *Gugert*, Gmelin's Chemie. Bd. 2. S. 504.
7) *Marchand*, a. a. O.
8) *Caventou*, Journ. de Pharm. T. 11. p. 462.

durchscheinend sind, deutliche Schichten und Lagen des krystallinisch abgesetzten Fetts.

Das *phosphorhaltige Fett* des Blutes ist noch nicht in reinem Zustande und zwar in solcher Menge dargestellt worden, dass es einer genauern Untersuchung hätte unterworfen werden können. Im Gehirn hat man neben dem Cholesterin grössere Mengen phosphorhaltigen Fettes aufgefunden und sogar mehrere Arten desselben unterschieden; allein trotz dem, dass man dort ziemliche Quantitäten derselben sammeln, ja sie sogar Elementaranalysen unterwerfen konnte, so ist man doch bis auf die neueste Zeit selbst noch nicht zu völliger Klarheit über die Natur derselben gekommen. Schon hieraus geht hervor, dass sich durchaus nicht entscheiden lässt, ob das phosphorhaltige Fett des Bluts ein Fett ist, welches einem der Hirnfette entspricht, oder ein Gemeng phosphorhaltiger Fette, vollkommen identisch mit dem Gemeng der Hirnfette, oder ob dieses überhaupt mit jenen übereinstimmt. Unsre allgemeinen Ansichten über die Stoffbildung im Thierkörper machen uns glauben, dass das phosphorhaltige Blutfett wenigstens sehr analog sei den phosphorhaltigen Hirnfetten; daher letztre sogleich an dieser Stelle mit abgehandelt werden.

Kühn[1]) unterschied zuerst drei phosphorhaltige Hirnfette; nämlich ein flüssiges, ölartiges, *Hirnelain*, ein krystallinisch-blättriges, *Cerebrin*, und ein pulverförmiges, wachsartiges, *Myelokonis*. Später hat *Couërbe*[2]) vier phosphorhaltige Fette im Gehirn unterschieden; nämlich das

Cerebrot, welches dem *Myelokonis* von *Kühn* entspricht; dasselbe ist unschmelzbar und pulverisirbar, in Aether unlöslich; löst sich aber in heissem Alkohol, aus welchem es sich beim Erkalten amorph ausscheidet; enthält ausser Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch Stickstoff, Schwefel und Phosphor, lässt sich nicht verseifen.

Cephalot ist gelb, wachsähnlich fest, erweicht beim Erwärmen, ohne wahrhaft zu schmelzen, löst sich nicht in Alkohol, wohl aber schon in kaltem Aether; es enthält dieselben Elemente,

1) *Kühn*, Dissert. de Cholestearine. Lips. 1828. p. 16.
2) *Couërbe*, Ann. de Ch. et de Ph. T. 56. p. 164.

wie das vorhergehende, nur eine grössre Menge Sauerstoff; lässt sich aber durch kaustisches Kali verseifen.

Stearokonnot bildet ein schmutzigbraunes, unschmelzbares Pulver, ist rein in Alkohol und Aether unlöslich, wird aber von fetten und ätherischen Oelen und mit diesen auch zugleich von Aether aufgelöst; enthält dieselben Elemente, wie die voranstehenden Fette, und kann nicht verseift werden.

Cerebrol, *Eleencephol* bildet ein ölartiges, röthliches Liquidum von dem Geruche frischen Gehirns und ranzigem Geschmacke; in Alkohol ist es wenig löslich, leicht aber in Aether, fetten und flüchtigen Oelen, den übrigen Hirnfetten dient es als Lösungsmittel; es zersetzt sich an der Luft und wird braun, enthält ebenfalls Stickstoff, Schwefel und Phosphor und ist nicht verseifbar.

Das krystallisirbare Hirnfett ist daher nach *Couërbe* weiter nichts als mit einem jener Fette verunreinigtes Cholesterin.

Fz. Simon [1]) hat die Versuche *Couërbe's* in neuerer Zeit zum Theil bestätigt, fand aber, dass diese vier phosphorhaltigen Fette sämmtlich gleich den Seifen durch Metallsalze gefällt werden, was sonst bekanntlich bei keinem unverseiften Fette der Fall ist. Fast zu gleicher Zeit kündigt *Fremy* [2]) an, dass jene phosphorhaltigen Fette nur Natronseifen zweier neuer Fettsäuren, einer flüssigen und einer festen, seien, dass der Schwefel dem Eiweiss des Gehirns angehöre, und dass nur das Cholesterin als eigentliches Fett im Gehirn vorhanden sei. Somit wäre also wahrscheinlich auch das phosphorhaltige Fett des Bluts eine Seife einer solchen Fettsäure.

Noch nicht erwiesen, aber höchst wahrscheinlich ist es, dass auch das Fett, welches wir aus der Milch als Butter ausscheiden, oder wenigstens dessen durch Verseifung der Butter darstellbare Säuren im Blute präformirt enthalten seien. In dem Fette der Milch selbst finden wir das der Butter meist als eigenthümlich vindicirte Fett neben Margarin und Elain (und Stearin) nur in sehr geringer Menge, so dass *Simon* [3]) und *Herberger* [4]) namentlich

1) *Fz. Simon*, Handb. d. medic. Ch. Bd. 1. S. 292 ff.

2) *Fremy*, Journ. de Pharm. 1840. Fevr. p. 115.

3) *Fz. Simon*, Frauenmilch S. 41.

4) *Herberger*, Brandes' Archiv Bd. 20. H. 3.

aus dem Frauenmilchfett nur sehr geringe Quantitäten von Buttersäure durch Verseifung darzustellen vermochten; *Chevreul*[1]) selbst gelang es, aus 100 Theilen möglichst reinem Butyrins nur 7 Theile flüchtiger Säuren zu erhalten, von denen man annimmt, dass nur das Butyrin sie liefere. Es geht daraus hervor, dass das Butyrin selbst nur in höchst geringer Menge in der Milch enthalten sein könne; um so weniger ist es daher zu verwundern, dass man das Butyrin oder die flüchtigen Säuren desselben trotz des eigenthümlichen Geruches der letzteren in dem alkalisch reagirenden Blute noch nicht aufgefunden hat. Indessen wird es durch einige Beobachtungen von mir und von Andern im höchsten Grade wahrscheinlich, dass nicht erst die Milchdrüsen jenes Fett oder dessen Säuren aus ganz heterogenen Stoffen erzeugen, sondern dass dieses Butyrin oder wenigstens die Anlage dazu schon im Blute selbst gegeben sei. Dass die Milchdrüsen wenigstens nicht allein die Function besitzen, Buttersäure zu erzeugen, geht daraus hervor, dass man auch in andern Theilen des Thierkörpers dieselbe Säure gefunden hat.

Berzelius[2]) hat schon längst die Gegenwart von Buttersäure im Harn nachgewiesen, hält aber dieselbe nur für zufällig; er fand dieselbe, indem er *Prout's* und *Thénard's* Annahme von Essigsäure im Harn zu widerlegen suchte.

Berzelius unterwarf mit Schwefelsäure versetzten Harn der Destillation, sättigte das saure Destillat mit Barytwasser, filtrirte und erhielt beim Abdampfen eine krystallinische Salzmasse, die mit Schwefelsäure viel Buttersäure entwickelte. Bei Wiederholung dieses Versuchs, wobei selbst sehr grosse Massen Harn einer solchen Behandlung unterworfen wurden, erhielt ich immer nur Spuren von Buttersäure; dagegen vermochte ich aus dem Harnrückstande einer nicht stillenden Wöchnerin am 3. 4. 6. 9ten Tage nach der Geburt, wo die Wöchnerin sehr kärglich genährt wurde, und auch wenig Appetit hatte, durch blosse Extraction mit Aether ein saures Fett auszuziehen, welches nach Buttersäure roch und übrigens die unten angegebenen Eigenschaften dieser Säure zeigte; wurde dann der mit Aether extrahirte Rückstand in Wasser gelöst, mit Schwefelsäure versetzt und ganz nach *Berzelius* behandelt, so gewann ich eine neue Quantität Buttersäure. Dieser buttersäurehaltige Harn war immer etwas trübe

1) *Chevreul*, Recherches sur les corps gras p. 195.
2) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 424.

mehr schmutzig als bernsteingelb und sehr sauer; er enthielt wenig Harnsäure. Im Frauenharn liess sich überhaupt auf die *Berzelius*'sche Weise einiger Gehalt an Buttersäure bestimmter nachweisen, als im Männerharn.

In neuerer Zeit machte *Nauche*[1]) die interessante, an sich richtige Beobachtung, dass auf dem Urin Schwangerer sich beim 24 bis 48stündigen Stehen ein Häutchen bildet, neben einem milchigen Bodensatz, und dass das Erscheinen dieses Häutchens und Bodensatzes ein untrügliches Kennzeichen der Schwangerschaft sei. Wie es scheint, ohne alle nähere Untersuchung, belegte *Nauche* die hier sich abscheidende Substanz mit dem Namen Kiësteine.

Bei Beobachtung und Untersuchung des Urins einer Schwangern vom ersten bis zum siebenten Schwangerschaftsmonate fand ich den Urin meist schmutziggelb und besonders schäumend; selten nur trübte sich der Harn nicht schon nach 2 bis 6 Stunden; immer aber zeigte sich auf dem Morgenharn nach 36 bis 48 Stunden ein grauweisses Häutchen, welches sich oft nach längrer Zeit nicht löste und zu Boden sank, oft aber schon nach 2 bis 3 Tagen herabsank auf das vom Anfange der Trübung bereits gebildete Sediment; aus jenem Häutchen gelang es mir stets mit Aether eine nicht geringe Menge schmierigen Fettes auszuziehen, welches durch Kali verseift und mit Schwefelsäure zersetzt, den deutlichsten Buttersäuregeruch entwickelte. Wurden grosse Mengen solchen Urins, wie oben nach *Berzelius*, mit Schwefelsäure versetzt und destillirt, so erhielt ich nach Behandlung des Destillats mit Barytwasser u. s. w. glänzende Prismen buttersauren Baryts. Die mit Aether extrahirte Masse jener Häutchen zeigte, mit Salpetersäure gelind abgedampft und Ammoniakdünsten ausgesetzt, nicht die geringste Röthung; von concentrirter Salzsäure ward sie dagegen nach einiger Zeit blau gefärbt; von Kali aufgelöst, gekocht und mit Salzsäure versetzt, entwickelte sie Schwefelwasserstoff; in Essigsäure löste sie sich ziemlich leicht und ward daraus durch Blutlaugensalz gefällt; es ist demnach kein Zweifel, dass sie eine Proteinverbindung ist; das, was Kali von jenem Häutchen ungelöst gelassen hatte, war meist phosphorsaure Talkerde mit etwas phosphorsauren Kalk. Der Urin ward übrigens nicht durch Kochen getrübt; dieselben Erfahrungen machte ich am Harn mehrerer Schwangern in den letztern Schwangerschaftsmonaten. Mit Gewissheit kann man daraus schliessen, dass *Nauche's Kiësteine* keine eigenthümliche, neue Substanz, sondern nichts als *ein Gemeng von butterartigem Fett, phosphorsaurer Magnesia und einer dem Käsestoff ähnlichen Proteinverbindung* ist.

1) *Nauche*, Journ. de Chim. méd. 1839. Fevr. p. 64.

Thénard und *Anselmino* haben im Schweisse keine fettartige Substanz gefunden; *Berzelius*[1]) giebt an, dass der Schweiss besonders der Genitalien und untern Extremitäten fetter Personen Buttersäure enthalte.

Ich untersuchte die löslichen Bestandtheile des Hemdes einer Wöchnerin, welches diese während eines fast profusen Schweisses vom ersten Tage nach der Niederkunft bis zum 5ten Tage getragen hatte; in denselben fand ich ausser den von *Anselmino* angegebenen Bestandtheilen des Schweisses durch Extraction mit Aether eine weiche, nicht krystallisirende Fettsubstanz, welche Lackmus nicht röthete und bei der Verseifung ausser nicht flüchtigen Fettsäuren nur Spuren von Buttersäure lieferte, die jedoch leicht an dem specifischen Geruche erkannt werden konnte; das Fett ist weder schwefel- noch stickstoffhaltig, da es beim Kochen mit Kali weder Ammoniak noch Schwefelkalium lieferte. Die saure Reaction dieses Schweisses rührte aber nicht von freier Buttersäure, sondern von Milchsäure her. Das Fett dürfte hier jedoch wohl grösstentheils vom Smegma cutis herrühren.

Berzelius[2]) hat aus dem Ohrenschmalz ein Fett ausgezogen, welches dem von mir im Schweisse gefundenen vielleicht gleich oder wenigstens sehr ähnlich ist. Dasselbe ist von weicher Consistenz, weiss, undurchsichtig, leicht schmelzbar, ohne Reaction auf Lackmus, und giebt bei der Behandlung mit Kali eine höchst übelriechende Seife, die, mit Salzsäure zersetzt, die Fettsäuren in Gestalt eines weissen Pulvers abscheidet; letztre Säuren erheben sich, ganz wie bei dem von mir im Schweisse gefundenen Fette, nur schwierig auf die Oberfläche der Salzlösung und schmelzen ungefähr bei $+ 40^{\circ}$.

Das Fett der menschlichen Haare fand *Vauquelin* ölartig und gefärbt, zugleich schwefelhaltig.

Der fettige Schweiss, welcher die rohe Wolle umgiebt, besteht nach *Vauquelin*[3]) vorzüglich aus einer Kaliseife; dagegen hat *Chevreul*[4]) in neuerer Zeit diesen Schweiss genauer untersucht, und darin zwei nicht verseifbare, schwefel- und stickstofffreie Fette ge-

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 395.
2) *Berzelius*, a. a. O. S. 536.
3) *Vauquelin*, A. Gehler's Journ. Bd. 3. S. 437.
4) *Chevreul*, Comptes rend. 1840 prem. Sem. No: 16.

funden, von denen das eine, *Stearerin* genannt, bei + 60° schmilzt, das andre, *Elaerin*, noch bei + 15° flüssig ist.

Dass die Buttersäure auch im thierischen Organismus selbst vorkomme, dafür spricht die vielfache Beobachtung *Tiedemann's* und *Gmelin's*, welche aus dem Magensafte von mit Hafer gefütterten Schafen, Ochsen und Pferden, so wie in dem von Pferden, die selbst 48 Stunden gefastet hatten, grosse Menge von Buttersäure durch Destillation erhielten.

In dem Blute selbst Butterfett nachzuweisen dürfte sehr schwierig sein, da, wie oben erwähnt, seine Menge selbst in der Milch höchst gering ist; eine freilich nicht viel beweisende Beobachtung von mir deutet jedoch auf Buttersäuregehalt des Blutes hin.

Ich vermischte nämlich das am dritten Tage nach der Niederkunft abgegangene Blut einer Wöchnerin, deren Brüste noch nicht einmal härtlich von Milch geworden waren, mit verdünnter Schwefelsäure und destillirte $\frac{2}{3}$ der Flüssigkeit ab; das Destillat röthete Lackmus und roch deutlich noch Buttersäure; derselbe Erfolg zeigte sich, als Blut derselben Wöchnerin, welches durch an den Kopf gelegte Blutegel entzogen worden war, einem gleichen Processe unterworfen wurde. Vielleicht rührt auch der eigenthümliche Geruch des Menstrualblutes mancher Frauen von Buttersäure oder einer ähnlichen flüchtigen Fettsäure her.

Es ist daher diesen Beobachtungen nach wenigstens nicht unwahrscheinlich, dass schon im Blute Butterfett oder Buttersäure vorkomme. Wir lassen hier sogleich die Beschreibung des Milchfettes folgen.

Man hat aus dem von Margarin und Elain möglichst befreiten Butterfett durch Verseifung drei Säuren darzustellen vermocht; es ist daher fraglich, ob jenes Butterfett eine rein chemisch constituirte Substanz sei, aus welcher sich jene drei Säuren erzeugen, oder ob das Butterfett ein Gemeng dreier, bis jetzt nicht trennbarer, Fette sei, von denen jedes bei der Verseifung seine eigenthümliche, flüchtige Fettsäure gäbe. Das möglichst rein erhaltene

Butterfett, *Butyrin*, bildet ein farbloses Oel, welches bei 0° erstarrt; es ist selbst in kaltem Alkohol löslich, aber nicht in Wasser, ist geruchlos und wirkt nicht auf Lackmus; steht es aber einige Zeit an warmer Luft, so entwickelt es bald den specifischen Geruch ranzig gewordener Butter und röthet Lackmus we-

gen gebildeter Buttersäure; durch Behandlung mit Kali und Zersetzung der Seife liefert es drei flüchtige Fettsäuren und Glycerin, aber immer nebenbei etwas Oelsäure und Margarinsäure. Die drei flüchtigen Fettsäuren sind:

Buttersäure, $H^6 C^7 O^3 + HO$, welche von den beiden andern Säuren durch Binden an Baryt und Krystallisation des Barytsalzes getrennt wird; sie ist eine wasserhelle Flüssigkeit, spec. Gewicht $= 0{,}9765$ (bei $+ 25^0$), schmeckt stechend sauer, hintennach süsslich, riecht durchdringend, wie ranzige Butter, enthält 10 $\frac{0}{0}$ Wasser, erstarrt noch nicht bei $- 9^0$, verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur, siedet erst über 100^0, verbrennt wie ätherisches Oel, löst sich in Wasser und am leichtesten unter den drei Säuren in Aether, und ihr Barytsalz am leichtesten in Wasser. Ihre Salze sind geruchlos, meistens löslich und krystallisirbar.

Capronsäure, *Ziegensäure*, $H^9 C^{12} O^3 + HO$, wird durch Krystallisation ihres Barytsalzes von der Buttersäure und Capronsäure getrennt, bildet ein dünnflüssiges Liquidum, von saurem Geschmack und Schweissgeruch, von einem spec. Gewichte $= 0{,}922$ (bei $+ 26^0$), ist bei $- 9^0$ noch flüssig, siedet über 100^0, enthält 8,66 $\frac{0}{0}$ Wasser, ist schwer löslich in Aether und bildet mit Baryt ein in Wasser schwerer lösliches Salz als die voranstehende Säure.

Caprinsäure, *Kuhsäure*, $H^{14} C^{18} O^3 + HO$, wird durch die Schwerlöslichkeit ihres Barytsalzes von den vorhergehenden Säuren getrennt, ist ein ölartiges Liquidum, spec. Gewicht $= 0{,}91$ (bei $+ 18^0$), schmeckt brennend sauer, riecht bockartig widrig, erstarrt bei $- 15^0$ zu kleinen farblosen Nadeln, siedet über 100^0, löst sich nur wenig in Wasser, röthet wie die vorigen Säuren Lackmus, löst sich jedoch am schwersten in Aether, wie ihr Barytsalz am schwersten in Wasser.

Man gewinnt das Butyrin aus ungesalzener Butter, welche bis $+ 19^0$ erwärmt und ausgepresst wird; der vom Käsestoff und Stearin ausgepresste, flüssige Theil, welcher Elain und Butyrin enthält, wird in kochendem Alkohol gelöst, aus dem sich das Margarin beim Erkalten grösstentheils abscheidet; hierauf verdunstet man den Alkohol, und digerirt das rückständige Oel mit kaltem Alkohol von 0,796; dieser löst fast nur Butyrin und hinterlässt butyrinhaltiges Elain; erstres muss man, um es ganz rein zu erhalten, noch durch Magnesia und Wasser von freier Buttersäure trennen.

Physiologisches Verhalten der Fette.

Vorkommen. In dem Obigen ist bereits angeführt worden, dass das gewöhnliche Menschen- und Thierfett immer in den Zellen des Zellgewebes in grösserer oder geringerer Menge abgelagert gefunden, und dass es während des Lebens durch die thierische Wärme in jenen Behältnissen im halbflüssigen, schmierigen oder öligen Zustande erhalten wird, während wir nach dem Tode beim Zerreissen solchen fettreichen Zellgewebes das Fett meist in mikroskopischen Körnchen gruppirt finden. Dass das Fett im lebenden Körper in der That flüssig sei, lässt sich nicht blos aus der Vergleichung der Schmelzpunkte jener immer elainreichen, gemischten Zellgewebfette mit dem Temperaturgrade der thierischen Wärme und aus der flüssigen Beschaffenheit der Fette der kaltblütigen Thiere schliessen, sondern man hat sich sogar seit *Ab. Haller*[1]) vielfach durch Vivisectionen überzeugt, dass selbst die stearinreichen Fette der warmblütigen Thiere während des Lebens in der That flüssig erscheinen.

Berücksichtigen wir zuerst das Vorkommen des Fetts in den verschiedenen Theilen des menschlichen Körpers im normalen Zustande, so finden wir zunächst grössere Fettanhäufungen, welche selbst in den letzten Stadien auszehrender Krankheiten fast nie völlig schwinden, wo das Fett also einen integrirenden Bestandtheil gewisser Organe auszumachen scheint; ferner Fett in Theilen, wo seine Quantität höchst veränderlich ist und bald ausserordentlich gering, bald höchst bedeutend gefunden wird, und endlich Organe, in denen sich nur höchst selten Fettanhäufungen vorfinden. Am constantesten scheint das Fett in der *Augenhöhle* und am Herzen vorzukommen; so oft und leicht wir auch das den ganzen Sehapparat umhüllende Fett in allerhand Krankheiten abnehmen sehen, indem wir ein tieferes Zurücksinken des Augapfels in die Orbita bemerken, so ist doch nie gänzlicher Mangel der

1) *Haller's* Physiologie ins Deutsche von *Sam. Haller* 1759. Bd. 1. S. 53.

Augenhöhle an Fett beobachtet worden. Dasselbe gilt von dem das *Herz* umgebenden und in dessen Faserbündel eindringenden Fett; dieses schwindet nie völlig; auch dürfte wohl das die *Gesichtsmuskeln* umgebende und durchdringende Fett nie ganz verloren gehen; jedem, der einmal die Gesichtsmuskeln eines Leichnams präparirt hat, ist bekannt, wie fettreich die ganze Gesichtsparthie des menschlichen Körpers ist.

Grössere Fettanhäufungen, die jedoch nicht so wesentliche, integrirende Theile der Organe sind und öfter fast ganz verschwinden, trifft man hauptsächlich unter der *Lederhaut* in dem die *Muskeln* bedeckenden *Zellgewebe*; ferner auch in den Zwischenräumen zwischen mehrern grossen Muskeln, an den Glutäen, auf der Fusssohle, in der innern Fläche der Hand; häufig werden *Sehnen* von Fettsäckchen umhüllt; oft ragen dieselben auch zwischen den Enden der Knochen in die Gelenke, und bilden unter dem Namen der *Havers'schen Drüsen* eigne Fettpolster. Grosse Depots von Fett zeigen sich gewöhnlich im *Netz* und um die Nieren herum als *folliculus adiposus renum*, der in der Regel ein margarinreichres, härtres Fett als andre Theile enthält.

Die *weiblichen Brüste* sind immer stark mit Fettmassen durchzogen, so dass selbst die stärksten, prallsten Brüste oft wenig Milch geben, da sie durch die Fettablagerung allein aufgetrieben sind.

Das *Knochenmark* besteht seinem grösten Theile nach aus Fett, welches selbst in mehrern Knochenkrankheiten, wie z. B. in der *Osteomalacie*, nach meinen und Prof. *Hasse's* Beobachtungen nicht nur nicht vermindert, sondern eher vermehrt erscheint. Dieses Knochenfett ist übrigens ganz identisch mit dem gewöhnlichen Zellgewebfett, nur dass sich etwas mehr Elain, besonders in osteomalacischen, vorfindet.

Alle andern Theile des thierischen und besonders des menschlichen Körpers sind von Fett durchdrungen; am wenigsten Fett, ja zuweilen kaum Spuren davon findet man in dem *Lungengewebe*, in der männlichen *Eichel* und der *Clitoris*, so wie, wenn man von den unverseifbaren Fetten absieht, im *Gehirn*.

Von dem Vorkommen des Fetts in *thierischen Flüssigkeiten* ist schon in dem Obigen die Rede gewesen; *Tiedemann* und *Gmelin* fanden den *Chylus* stets sehr fetthaltig; die milchige Trü-

bung desselben so wie der *Lymphe* rührt nur von suspendirtem Fett her.

In dem Chylus eines Hundes konnte ich nichts von *Boudet's* Serolin auffinden; das mit Aether ausgezogene Fett war ölartig, und liess aus siedendem Alkohol nichts beim Erkalten niederfallen, auch war es grösstentheils verseifbar.

Hiernach scheint sich *Schultz's* Beobachtung[1]) zu bestätigen, dass das Fett des Bluts consistenter sei als das des Chylus; hinzuzufügen dürfte sein, dass die Fette des Bluts meist verseift oder oder unverseifbar sind, während die des Chylus mehr als indifferente, verseifbare Fette erscheinen.

In der Lymphe hat *Marchand* und *Colberg* öliges und krystallinisches Fett gefunden.

Was die Quantität des in einem gesunden, ausgewachsenen Menschen enthaltenen Zellgewebfetts betrifft, so setzt sie *Haller* im Mittel auf 8 Pfund; doch dürfte diese Zahl für das Zellgewebfett eines 40jährigen gesunden Mannes wohl bei weitem zu gering sein; man darf nämlich nur erwägen, welchen Gewichtsverlust manche Personen in kurzer Zeit in acuten Krankheiten erleiden, der doch hauptsächlich von dem Verschwinden des Fettes hergeleitet werden muss. Zwanzig bis dreissig Pfund verlieren Ausgewachsene meist (wenigstens in acuten Exanthemen), und dabei ist doch noch keineswegs der ganze Fettvorrath im Körper aufgezehrt.

Rücksichtlich der Lebensalter ist die Fettanhäufung im menschlichen Körper sehr verschieden; den Fötus finden wir gewöhnlich durchaus nicht fett; doch kommen im Omentum und am Rücken bereits einige Fettklümpchen vor; zu früh geborne Kinder zeigen kurz nach der Geburt viel rundere Formen, als später, wo sie, deren Organismus noch nicht völlig für das Luftleben vorbereitet ist, sehr bald abmagern und viel Fett durch den Darmkanal verlieren; Herz- und Gesichtsmuskeln sind meist schon reichlich mit Fett durchzogen. Neugeborne sind in der Regel ziemlich prall und rundlich, indem unter der Haut sich bereits viel

1) *Schultz*, System der Circulation 1836 S. 131.

Fett abgelagert hat. Während der Kindheit bleibt der Organismus meist reich an Fett; erst mit eintretenden Geschlechtsfunctionen nimmt die Fettablagerung wieder ab, tritt aber von Neuem im höhern Mannesalter wieder ein und erreicht da zuweilen eine enorme Ausdehnung, wie sie sonst in keinem Lebensalter vorkommt. Erst das höhere Alter zehrt diese Fettdepots wieder auf, bis der *Marasmus senilis* sie fast ganz vernichtet.

Schon eine oberflächliche Vergleichung der beiden Geschlechter zeigt, dass der weibliche Organismus weit mehr Fett enthält und weit geneigter zur Fettablagerung ist, als der männliche; mehr als alles andre deuten darauf die rundlichen Formen und gleichmässigen Wölbungen des weiblichen Körpers hin, die selbst durch dem Fett sonst sehr feindliche Einflüsse nicht ganz vernichtet werden können.

Unter besondern physiologischen Verhältnissen finden wir bald eine Zunahme bald eine Abnahme von Fett im thierischen Organismus. So findet bei sehr reger Geschlechtsthätigkeit keine Fettzunahme statt, im Gegentheil zuweilen bedeutende Abmagerung, sobald die Geschlechtsthätigkeit krankhaft zu werden beginnt. Castraten unter Menschen und Thieren sind dagegen sehr zum Fettwerden geneigt, so wie Frauen die nicht mehr concipiren oder bei der geschlechtlichen Vermischung sehr unempfindlich sind; manche männliche Thiere sollen nach *Alb. Haller* in der Brunstzeit das Mark aus den Knochen verlieren.

Allgemein bekannt ist, dass grosse *Muskelthätigkeit* der Fettablagerung nicht nur hinderlich ist, sondern dieselbe sogar aufhebt. Das Fleisch der Araber, so wie das aller Naturmenschen und der meisten wilden Thiere ist fettarm; dagegen die cultivirten Nationen und ihre zur Nahrung unterhaltenen Hausthiere wegen der geringern Muskelaction im Allgemeinen weit fetter sind. Jedem Oekonomen ist bekannt, dass die Pferde im Sommer selbst bei sehr reichlichem Futter magerer werden, im Winter aber bald wieder fett. Die ganze Kunst, die Hausthiere zu mästen, beruht ja grösstentheils darauf, den Thieren bei guter Nahrung wenig Bewegung zu gestatten.

Welchen Einfluss die Nahrung selbst auf die Fettablagerung habe, beobachten wir täglich an Menschen und Thieren.

Wir schweigen von dem unbestreitbaren Einflusse, den

Temperament und Gemüthszustände auf die Wohlbeleibtheit oder Magerkeit des menschlichen Organismus äussern[1]).

Erstaunenswerth ist oft die Schnelligkeit, mit welcher in acuten, wie in chronischen Krankheiten das Fett im thierischen Körper schwindet; doch jedem Arzte kommen dergleichen Fälle täglich vor; wir werden später darthun, dass das Fett nicht durch den Urin, sondern hauptsächlich durch Schweiss und Galle aus dem Körper entfernt wird; hier gnüge nur die gewiss von vielen Aerzten gemachte Beobachtung, dass Schwindsüchtige durchaus nicht abmagern, sobald die Lungenkrankheit mit einer Leberkrankheit complicirt ist; die Abmagerung ist in solchen Fällen häufig so gering, dass die Phthisis gerade deshalb oft völlig verkannt wird.

Merkwürdig ist, dass das Blut im dritten Stadium der Ebriosität sehr wenig Fibrin und Hämatin, dagegen grosse Mengen Fett enthält, so dass es einer Emulsion gleicht.

Lecanu fand in solchem Blute 11,4 % Fett. In einem ähnlichen Falle, den ich untersuchte, konnte ich indessen nur 3,863 % Fett durch Aether aus dem eingetrockneten Blute ausziehen.

Eiter und Speckgeschwülste, deren Aetiologie noch ganz im Dunkel liegt, enthalten ausser dem gewöhnlichen Fett zuweilen Cholesterin in Krystallen.

Aus einer solchen Fettgeschwulst, welche sich am Knie gebildet hatte, zog ich 54 % verseifbares und 21 % nicht verseifbares Fett aus.

Aus Eiter, den ich aus einer Hautverletzung sammelte, deren Eiterung durch Ungent. Sabinae unterhalten wurde, extrahirte ich mit Aether 16,913 % verseiftes und verseifbares Fett vom trocknen Rückstande; fand aber darin kein Cholesterin. *Valentin* fand im eingetrockneten Eiter eines Fussgeschwürs 8,766 Cholesterin, 8,626 Elain und ölsaures Natron und 5,898 % festes Fett. Bekanntlich hat *Güterbock* den Fettreichthum des Eiters als vorzügliches Unterscheidungszeichen vom Schleim angesehen.

Nutzen. Der Nutzen, den das Fett dem thierischen Körper bringt, ist sehr verschiedener Art; indessen wirkt das gewöhnliche Fett, das Zellgewebfett, hauptsächlich durch seine physischen Eigenschaften, als einer der wichtigsten Bestandtheile des

1) Man vergleiche *Haller*, der am ausführlichsten alle hieher gehörigen Thatsachen gesammelt hat, im 1. Bd. seiner Physiologie.

Thierkörpers. Halten wir zunächst fest, dass das Fett im lebenden Körper meist flüssig angetroffen wird, so werden sich schon hieraus einige dem Thierkörper höchst nützliche Eigenschaften herleiten lassen. Obgleich nämlich das Fett in einzelne Fächer und Zellen eingeschlossen ist, so besitzt es doch trotz dem noch eine solche Beweglichkeit, dass es gleich freiem Wasser den Druck nach allen Richtungen hin gleichförmig fortpflanzt. Es ist zwar jedem aus der Physik bekannt, dass eine mit Wasser vollgefüllte Blase sich nicht in jede beliebige Form bringen lässt, ohne zu zerplatzen; allein wir wissen, dass sich in einer solchen der von einer Seite her ausgeübte Druck nach allen Seiten hin gleichförmig verbreitet. Denken wir uns nun eine Menge solcher Blasen an einander gelegt und eingeschlossen in einen grössern Raum, so wird sich der auf eine Blase ausgeübte Druck durch alle andern fortpflanzen, und wir haben eine Vorstellung von der gleichförmigen Verbreitung eines äussern Drucks durch das adipöse Gewebe. Allein nicht blos gegen äussere Stösse wird auf diese Weise der Körper einigermassen gesichert; auch beim Springen und Fallen nehmen die sich in die Gelenke hinein erstreckenden *Havers*'schen Drüsen den Stoss auf, und vertheilen ihn auf eine grössre Oberfläche, was nach physikalischen Gesetzen an sich den Stoss auf die ganze Oberfläche bedeutender machen muss, allein die Heftigkeit des Stosses auf jeden einzelnen kleinen Theil sehr mindert. Einen ganz ähnlichen Zweck hatte die Natur, als sie auf den Fusssohlen und der Tuberositas Ischii Fettpolster anbrachte; hier vertritt die Fettablagerung ganz die Stelle der Wasserkissen, welche menschlicher Erfindungsgeist zum grössern Comfort geschaffen hat.

Alb. Haller hob ferner schon vorzüglich den grossen Nutzen hervor, den das Fett bei Ausfüllung der Zwischenräume ausübt, welche durch Muskeln, Knochen, Gefässe und Nerven stets übrig bleiben müssen. Diese Ausfüllung der Zwischenräume und scharfen Kanten dient aber nicht etwa blos zur Herstellung der schönen Rundung, die wir besonders im Jugendalter des Weibes so bewundern, und die wir bei Fischen und Vögeln so passend angewendet finden, um die Luft und das Wasser in möglichster Schnelligkeit zu durchschneiden, sondern auch dazu, um grosse Beweg-

lichkeit zwischen den einzelnen Organen und Organentheilchen herzustellen.

In jedem Theile des thierischen Körpers, wo wir grössere oder geringere Fettablagerungen antreffen, können wir diesen Zweck hauptsächlich von der Natur verfolgt finden. Das Fett dauert daher auch dort am längsten aus, wo es der Natur der Sache nach am nothwendigsten ist, wie am Herzen und in der Augenhöhle. Könnte sich ein so vielfach in sich selbst verschlungener Muskel, wie das Herz ist, so frei, so regelmässig, so leicht bewegen, wenn nicht die Lücken, welche die oft nach ganz entgegengesetzten Richtungen sich zusammenziehenden Muskelfaserbündel übrig lassen, nicht durch Fett ausgefüllt, und die von denselben ausgehenden Gefäse nicht so ganz in Fett eingehüllt wären? Wie würden die Augenmuskeln, ja das ganze Auge sich verhalten, wenn wir im Stande wären, aus der Orbita eines lebenden Menschen alles Fett zu entfernen? Die Muskeln würden ihren Dienst versagen, der Sehnerve würde gedrückt und alles Sehen aufgehoben werden. So finden wir auch in der rundlichen Bauchhöhle, durch welche sich der cylindrische Darmkanal hindurchschlängelt, alle Spalten und Lücken mit Fettmassen gleichsam ausgefüttert; überall, wo daselbst eine Lücke gebildet wird, finden wir im Netz, im Mesenterium und den appendices epiploicae alles mit Fett ausgestopft; es liegt auf der Hand, dass gerade dadurch alle Reibung und jeder heftige Stoss vermindert und die Möglichkeit der peristaltischen Bewegung dem Darmkanale erst gegeben wird. Den untern Theil des Beckens finden wir vorzüglich mit Fett ausgefüllt, mit einer solchen nachgiebigen Masse, damit die daselbst befindlichen Excretionsorgane sich nach Belieben ausdehnen können. Welchen Anblick müsste ferner ein Gesicht darbieten, wenn alles Fett unter der Haut und aus den Muskeln desselben geschwunden wäre? Die Ausfüllung der knochigen Ecken und Kanten und der schmalen Gesichtsmuskeln mit Fett ist das Kosmetikum, dessen die Natur sich bediente, um dem menschlichen Antlitze jenen unvergleichlichen Ausdruck zu geben, der es über alle Thiere erhebt. An den Extremitäten ist ein gleicher physikalischer Nutzen keineswegs zu verkennen, wenn auch dort noch das Fett zu andern Zwecken dienen mag.

Finden wir auch in den Extremitäten solcher, die ihre Mus-

keln stark anstrengen, wenig Fett, so ist dessen Menge doch immer noch hinreichend, um der erwähnten Function vorzustehen.

Das Fett als flüssiger Körper ist ferner ein sehr schlechter Wärmeleiter. Die Natur hat auch diese Eigenschaft des Fetts auf eine bewundernswerthe Weise benutzt, um den thierischen Körper gegen die nachtheiligen Einwirkungen starker Hitze oder Kälte so wie des schnellen Temperaturwechsels überhaupt möglichst zu schützen. Jeder, dem aus der Physik die Fortpflanzung der Wärme in flüssigen Körpern überhaupt bekannt ist, wird leicht einsehen, dass die Natur erst dadurch, dass sie das Fett in jene kleinen Zellen oder Fächer vertheilte, und so das Auf- und Absteigen der erwärmten oder erkälteten Flüssigkeit hinderte, den genannten Zweck erreichte. Wir umgeben Feuerräume mit stagnirenden Luftschichten, um die Hitze möglichst zusammenzuhalten; wir würden aber diesen Zweck noch weit vollkommner erreichen, wenn es uns gelänge, die Luft in einzelne neben und über einander gestellte Fächer einer so wenig leitenden Materie, wie das Zellgewebe ist, einzuschliessen. Bedenken wir, welche ungeheure Anzahl von mit Fett erfüllter Zellen sich oft unter der Haut fetter Personen befindet, so können wir kaum begreifen, wie es möglich sei, dass ein übrigens gesunder Mensch den Tod durch grosse Kälte finden könne.

Darum finden wir den ganzen Unterleib so mit Fett erfüllt und bedeckt, damit daselbst immerwährend eine höchst gleichmässige Temperatur erhalten werde, so wie sie zu den gerade dort in mannigfachster Art vor sich gehenden chemisch-physiologischen Processen durchaus erforderlich ist; darum dient das fettreiche Netz den Unterleibseingeweiden noch als besondre Hülle. Aus demselben Grunde sind die weiblichen Brüste so mit Fett durchzogen, da diese so frei liegenden Organe bei Mangel an einer schützenden Hülle sehr bald ihre Function nicht mehr würden verrichten können; dagegen ist in den Hoden gar kein Fett und im Scrotum nur wenig enthalten, da diese Organe ihrer Natur nach mehr kühl erhalten werden sollen und müssen, wie uns die traurigen Folgen des nicht erfolgten adscensus testiculorum lehren. Im Allgemeinen würde die thierische Wärme sich gewiss nicht so gleichförmig im Körper erhalten, wenn nicht alle Organe, wo

Stoffwechsel statt findet, in Fett eingehüllt wären; sehen wir nicht, wie geflissentlich Phthisiker, Greise und Convalescenten die Sonne suchen, wie gern sich abgemagerte Thiere sonnen? Vielleicht ist auch noch zu erwägen, dass das Fett nächst dem Wasser die grösste Wärmecapacität besitzt, es also grosser Wärmemassen bedarf, um den Fettpanzer zu durchwärmen. Dass das Fett in der That den hier ausgesprochenen Nutzen hat, geht wohl auch daraus hervor, dass die Völker des äussersten Nordens so wie mehrere der Tropenländer sich die Haut mit Fett einschmieren, um sich vor allzugrosser Kälte oder zu grosser Hitze zu schützen.

Dass das geringe specifische Gewicht der Fette dem thierischen Körper in vielfacher Hinsicht von Nutzen sei, bedarf kaum weiterer Erwähnung; das Schwimmen würde ohne Fett fast unmöglich sein; allein sehen wir das Schwimmen auch nicht für eine nothwendige Fähigkeit des menschlichen Körpers an, so werden wir doch den Nutzen des Fettes in dieser Hinsicht einsehen, wenn wir erwägen, dass, wären die Muskeln nur eines Armes mit reinem Wasser anstatt mit Fett ausgefüllt, die Kraft der ohnedies mehr zur Schnelligkeit als zur Kraft eingerichteten Muskeln gewiss bedeutend geschwächt werden müsste; denn sicherlich hängt in dem hydrops anasarca die Muskelschwäche nicht blos von der Spannung und der krankhaften Verminderung der Muskelthätigkeit ab, sondern zugleich auch von der durch die Wasseranhäufung und Fettverminderung bedingten Schwere der ganzen Extremität.

Eine der bekanntesten Eigenschaften der Fette ist die, andre Körper geschmeidig, und die Reibung zwischen sich bewegenden Theilen so wie die Sprödigkeit der Körper möglichst gering zu machen. Dieser Nutzen liegt rücksichtlich der Muskelbewegung und der Gelenkdrehung auf der Hand. Vorzüglich möchten wir aber in dieser Hinsicht den Nutzen des Fettes in den Knochen hervorheben. Das Fett macht die erdigen Knochen unstreitig viel geschmeidiger, wie sich leicht aus der grossen Sprödigkeit macerirter Knochen ersehen lässt; vorzüglich leuchtet diess ein bei der Krankheit der Knochen, die man unpassender Weise mit dem Namen der Osteomalacie belegt hat; in dieser Krankheit, wo der Verlust an Knochenmaterie ausserordentlich gross ist, so dass ein

solcher Knochen nach dem Maceriren wie aus Gaze gewebt erscheint, sind die meisten Zwischenräume der Knochen völlig mit Fett ausgefüllt; es scheint beinahe, als wolle hier die vis naturae medicatrix die Eigenschaft der Knochen, deren sie in diesem Uebel verlustig gehen, wenigstens einigermassen durch eine übergrosse Fettanhäufung ersetzen.

In den Rippenknochen eines an ausgebildeter Osteomalacie Leidenden fand ich 56,92 % Fett neben 24,665 % andrer organischer Materie, 15,881 % phosphorsaurem und 2,534 % kohlensaurem Kalk.

Der Nutzen des Fettes in mechanischer Beziehung ist nach dem allen so überaus klar, dass es überflüssig, ja langweilig erscheinen müsste, noch mehr darüber zu sagen. Wären negative Beweise noch zulässig, so könnte man hinzufügen, dass im Gehirn, in den Lungen sich nie oder höchst selten Fettablagerungen zeigen, da hier das Fett mechanisch nur schaden könnte; äusserer Druck und einige Grade Wärme mehr würden diesen Organen nur schaden. An der Eichel vermissen wir Fett, weil es hier unstreitig die Reizbarkeit dieses Organs beeinträchtigen würde.

Es tritt nun aber umsomehr die Frage hervor, ob die Natur mit der Fettablagerung nicht auch einen chemisch-physiologischen Zweck verband. Die Meinungen vieler ausgezeichneten Physiologen und Aerzte stimmen darin überein, dass das Fett im Körper zum grossen Theil als Nahrungsdepot diene, das vorzüglich im Unterleibe aufgespeichert würde, um so schnell zur Consumtion bereit zu liegen. Und in der That scheinen vergleichende Physiologie und Pathologie ganz dafür zu sprechen; denn wir sehen, dass nicht nur nach längerm Hungern, sondern auch in den meisten Krankheiten, wo die Ernährung beeinträchtigt ist, die thierischen Organismen ausserordentlich schnell abmagern; wir sehen, wie die winterschlafenden Thiere sich, von Fett gleichsam gestopft, niederlegen, um ziemlich abgemagert wieder zu erwachen; man hat demnach das Fett der Hauptsache nach als Nahrungsstoff angesehen, aufbewahrt in verschiedenen Theilen des Thierkörpers, um diesem in Zeiten, wo von aussen kein Nahrungsstoff zugeführt wird, das Material zu liefern, aus dem er sich und die Functionen der einzelnen Organe erhalten könne. So hat man geglaubt, in den winterschlafenden Thieren gleiche das Leben

vollkommen einer schwachen Flamme, die sich nur kärglich und langsam durch das im Thiere aufgespeicherte Fett erhalte; die Respiration sei überhaupt ein reiner Oxydationsprocess, dort werde insbesondere das Fett consumirt; die Schwindsucht sei nichts als eine Verwesung des Blutes, alle kohlenstoffreichen Theile des Körpers würden daher in dieser Krankheit den Lungen zugeführt, um dort sich zu oxydiren, zu verwesen, zu verbrennen. Allein um sogleich das Irrige der letztern Meinung darzuthun, bedarf es nur einer oberflächlichen Kenntniss des wahren Wesens der Lungenschwindsucht; sei es tuberculöse oder mucöse Schwindsucht, in keinem Falle liegt die Ursache der Krankheit in einer Oxydation, und leidet in keiner Weise einen Vergleich mit dem Verwesungsprocesse; eine kohlensäurereiche Luft, die man oft in Lungenkrankheiten empfiehlt, leistet keinen andern Nutzen, als dass sie momentan den Erethismus etwas mildert; der Fettverlust muss in der Schwindsucht einen andern Grund haben, als eine reine Verwesung; denn warum giebt es Schwindsuchten, bei denen die Abmagerung fast unmerkbar ist, und die doch eben so sicher, wie die abzehrenden, dem Tode zuführen; wir haben bereits oben die Bemerkung gemacht, dass bei Schwindsuchten, die mit Leberkrankheiten complicirt sind, meist keine erhebliche Fettverminderung wahrzunehmen ist. Wollen wir durchaus den Tropus von Verwesung oder Fäulniss auf das Blut im lebenden Körper anwenden, so lassen sich viele andre Krankheiten finden, die mehr Aehnlichkeit mit einem solchen rein chemischen Processe haben, z. B. der Skorbut u. a. m.

Gegen die ganze Ansicht aber, dass das Fett ein für schlechtre Zeiten aufgespeicherter Nahrungsvorrath sei, sprechen noch andre physiologische, pathologische und chemische Gründe. Wir haben in dem Obigen gesehen, dass das Fett, welches sich im Zellgewebe ablagert und unter den berührten Verhältnissen schwindet (und von solchem ist doch hier die Rede), durchaus keinen Stickstoff enthält; wir wissen aber einestheils durch die Versuche von *Magendie*, *Tiedemann* und *Gmelin* so wie von *Chevreul*, dass das Leben bei stickstofffreier Nahrung nicht lange fortdauern kann, und anderntheils, dass die wichtigsten Gewebe, ja alle Hauptbestandtheile des Thierkörpers stickstoffhaltig sind;

es ist daher ganz unbegreiflich, wie bei mangelnder Nahrung oder in abzehrenden Krankheiten das Fett als Ersatzmittel für die Nahrung angesehen werden konnte, zumal da im ganzen thierischen Organismus so wie insbesondere im Blute sich nicht, wie in den Pflanzensäften, Ammoniaksalze vorfinden, aus denen sich möglicher Weise die stickstoffhaltigen Materien des Thierkörpers bilden könnten. Bei anstrengender Arbeit sehen wir die Pferde, namentlich die sogenannten Wash-horses der Engländer, abmagern, während sie die beste, die kräftigste, ja stickstoffreiche Nahrung geniessen, und das stickstofflose Fett soll hier von der Natur benutzt werden, um die durch übermässige Anstrengung geschwächte Muskelfaser wieder zu stärken und mit Material zur Bildung der stickstoffreichsten Substanz zu versehen? Das Fett verliert sich in Krankheiten und nach anhaltenden Anstrengungen viel schneller und in viel grössrer Menge, als zur Ernährung für eine solche Zeit nothwendig wäre. Wöchnerinnen, selbst solche, die nicht stillen, findet man oft schon 5 bis 6 Tage nach der Geburt, welche sie ziemlich ausgefüllt mit Fett antraten, sehr abgemagert; ein rheumatisch-katarrhalisches Fieber macht oft schon nach 8 bis 9 Tagen den dicksten Schmerbauch schwinden; ein Pferd, welches auf einer kurzen Reise bei gutem Futter sehr angestrengt worden ist, kehrt meist etwas abgemagert zurück; die Lerchen sollen am Tage das Fett wieder verlieren, was sich in einer Nacht in ihnen gebildet hat[1]), das Faulthier magert ab, während es von einem Baume zum andern kriecht. Die ärztliche Erfahrung hat nun ferner auch gezeigt, dass der Genuss von Fett oder fettigen Speisen den Convalescenten nicht nur nicht die Muskelkräfte und den Embonpoint wiedergiebt, sondern dass er im Gegentheil denselben höchst nachtheilig ist. Aus diesem Allen dürfte wohl schon mit einiger Wahrscheinlichkeit hervorgehen, dass das Fett im Thierkörper nicht als ein Nahrungsdepot und das Zellgewebe nicht als ein Fettmagazin zu betrachten sei. Die Gründe, aus welchen wir die Abmagerung und den Fettverlust in den angeführten Fällen herleiten zu müssen glauben, werden aus unsrer Ansicht von der Ablagerung und Aufsaugung von Fett, die wir sogleich auseinander zu setzen im Begriff sind, ganz von selbst hervorgehen.

1) *Stahl*, Theor. medic. p. 374.

Wir betrachten demnach das Fett als einen Stoff, der von der Natur zu rein physischen Zwecken hie und da abgelagert wird, zuweilen aber gleich den Haaren, hornartigen Auswüchsen und knochigen Massen, abnormer Weise an sonst ungewöhnlichen Orten angehäuft wird. Was zunächst die Abscheidung des Fetts im Zellgewebe selbst betrifft, so bedarf es zu deren Erklärung keineswegs einer vitalen Kraft, sondern wir bemerken, dass auch die Ausscheidung des Fetts durch die wasserfeuchten Membranen des Zellgewebes aus den mehr oder weniger mit suspendirtem Fett versehenen Flüssigkeiten des thierischen Körpers auf rein mechanischem Wege, nämlich vermöge der Capillaritätsgesetze, geschieht. Es ist bekannt, dass, wenn wir eine Blase mit Oel tränken, dieselbe wasserdicht ist, und wenn wir sie mit Wasser anfeuchten, dem Oel, so lange sie nass ist, keinen Durchgang gewährt. Bringen wir in eine thierische Haut, die mit Wasser durchfeuchtet ist, eine wässrige Flüssigkeit, in welcher fettige Theile suspendirt enthalten sind, so wird das Wasser allmählig jene Haut durchdringen, das Oel aber darin zurückbleiben; der umgekehrte Fall wird statt finden, wenn die getrocknete Haut mit Oel getränkt war. Bekannt ist ferner, dass man selbst durch Papier ein Gemeng von Wasser und Terpenthinöl trennen kann, je nachdem das Papier vorher mit dieser oder jener Flüssigkeit benetzt wurde; lassen sich doch Flüssigkeiten, die sonst sehr gern sich mischen, durch feuchte Blase trennen, z. B. das Wasser vom Weingeist, wie *Sömmering* uns lehrte, und die Alten bei Aufbewahrung des Weins in Schläuchen geahnt zu haben scheinen. Sehen wir nun das Zellgewebe, welches nach dem Zeugnisse der grössten Histologen ein völlig lebloses, nerven- und gefässloses Gewebe ist, als ein Convolut in den mannigfaltigsten Richtungen durch einander gewebter Fasern, Lamellen und Häutchen an, deren ganz unregelmässige Interstitien mit einander communiciren und sich eben dadurch vom Pflanzenzellgewebe unterscheiden [1]): so können wir uns die Fettabscheidung in der Weise geschehend denken, dass das ganze Zellgewebe von der serösen Flüssigkeit durchdrungen wird, und dass dieses nur wenig Fett enthaltende Liquidum, während es in jeder einzelnen Zelle in

1) *Joh. Müller*, Physiol. Bd. 1. S. 410.

Ruhe befindlich ist, sich in eine Salzeiweisslösung und in ein ganz kleines Fettkügelchen trennt, welches letztre bei der Resorption durch das feuchte Zellgewebhäutchen nicht wieder mit hindurch dringen kann. So entsteht in der Zelle ein äusserst kleines Oeltröpfchen, welches das fernere Eintreten von Wasser in die Zelle hindert, dagegen durch mehr aufgenommenes Fett sich vergrössert und die Zelle endlich ganz erfüllt und ausdehnt.

So mechanisch und so wenig des belebten Organismus würdig diese Ansicht erscheint, so sehr wird dieselbe doch durch das Verhalten des adipösen Gewebes selbst bestätigt; wir finden nämlich, dass das in jenen öldichten Zellen eingeschlossene Fett aus diesen Zellen nur herausdringt, wenn die Zellen mechanisch zerrissen werden, oder wenn man der feuchten Membran durch Alkohol oder Erwärmen das Wasser entzieht, so dass die Zellwände die Fähigkeit verlieren, Fett zurückzuhalten; bei der Fäulniss dringt das Fett nur hervor, nachdem die Zellenhäute zerstört worden sind. Kocht man ein Stück Fett in Wasser, so bleiben die Zellen öldicht, und es wird nur wenig Fett von den Schnittflächen der Fettmasse sich in Form von Augen auf dem Wasser zeigen; erhitzt man es jedoch mit wenig Wasser, wie es z. B. beim Braten des Fleisches geschieht, so werden theils die Fettzellen durch das sich ausdehnende Fett gesprengt, theils dringt das Fett durch die zwar unversehrten, aber nicht mehr feuchten Wände hervor. Diese unbestreitbaren Thatsachen beweisen zunächst, dass es ebensowenig der Beihülfe einer so genannten vitalen Kraft bedarf, um das Fett in den Fächern des Zellgewebes abzulagern, als um es in denselben zu erhalten. Betrachten wir das Fett als einen fast excrementitiellen Stoff, der von der Natur hie und da im Zellgewebe ohne Nachtheil abgelagert wird, um noch mehreren mechanischen Zwecken zu dienen (sind doch auch die Folgen übermässiger Fettsucht nur mechanischen Ursprungs), so fragt sich, auf welche Weise sich nach dieser Ansicht die vergrösserte Ablagerung von Fett im ganzen Körper oder an einzelnen Stellen und vorzüglich die schnelle Fettverminderung erklären lasse. Wir glauben, dass auch diese Erscheinungen sich auf sehr einfache Weise aus mechanischen Gründen, und vorzüglich aus Capillaritätsveränderungen herleiten lassen.

Zunächst haben wir in dem Obigen eine Menge Erfahrungen

beigebracht, dass körperliche Ruhe sehr viel zu Ablagerungen grössrer Massen von Fett beiträgt; ist diess doch der Hauptkunstgriff beim Mästen des Viehs. Es sieht sehr mechanisch aus, wenn wir diese Erfahrung aus der grössern Leichtigkeit herzuleiten suchen, mit welcher sich das Fett von der wässrigen Flüssigkeit, in der es suspendirt war, trennen kann, (Milch und andre Emulsionen scheiden in der Ruhe sehr bald Fett auf ihrer Oberfläche ab); allein wir sehen nicht nur, dass das Fett in den Theilen des Thierkörpers am leichtesten sich ablagert, welche weniger starken Bewegungen und Erschütterungen ausgesetzt sind; (daher das Fett am constantesten in den Augenhöhlen, in den Knochen, am Herzen und im Unterleibe vorkommt, wo die Bewegung nur eine wiegende ist), sondern dass auch durch rein mechanische Bewegung das abgelagerte Fett wieder zur Aufsaugung gebracht werden kann. *Zacutus Lusitanus* [1]) berichtet, dass selbst mehrere Schmerbäuche durch häufiges Reiben völlig vertrieben worden seien; bei schnellfüssigen Thieren, z. B. bei den Hasen, die sich übrigens meist sehr gut nähren, schwindet selbst der folliculus adiposus renum; das Schwinden des Fetts kann in diesen und vielen ähnlichen Fällen unmöglich von dem durch körperliche Anstrengung bedingten Kräfte- und Substanzverlust hergeleitet werden; und wie? sollte die Natur schon bei einiger Anstrengung, die gewiss bei einem Physkon, der sich den Bauch reiben lässt, oder einem im Kraute liegenden Hasen nicht eben bedeutend sein wird, des an sich geringen im Zellgewebe abgelagerten Nahrungsvorrathes bedürfen, um bei hinlänglich von aussen zugeführter Nahrung den Organismus des Wohlschmeckers zu erhalten|? der fettarme Araber schreitet nicht hungernd einher, während er seine dickleibigen Schönheiten in dem Harem mästet. Der Grund der Fettabnahme bei starker Bewegung liegt theils darin, dass die Trennung des Fettes von der wässrigen Flüssigkeit eben der steten Bewegung halber erschwert oder verhindert wird, theils darin, dass durch die verstärkte Hautausdünstung die Zellgewebflüssigkeit vermindert und die Zellenwände weniger öldicht werden, und endlich darin, dass durch

1) *Zacutus Lusitanus*, Prax. admir. T. 3. obs. 112.

den Nervenreiz eine reichlichere Ausscheidung einer höchst wahrscheinlich etwas veränderten, serösen Flüssigkeit bedingt wird, die zu dem Fette und den Poren des Zellgewebes ein ganz anderes Capillaritätsverhältniss zeigt, als die im Zustande der Ruhe ausgeschiedene. Letzterer Punkt, der durch die verschiedenartigen Erscheinungen der Endosmose und Exosmose nur schwach unterstützt wird, findet dagegen in einer aus der Pathologie hergeleiteten, sprechenden Analogie fast volle Bestätigung. Bei zu Tode gehetzten Thieren, Ochsen, Hirschen, Hasen u. s. w., erleidet das Blut oder die die Gefässe umgebenden Flüssigkeiten eine solche Veränderung in ihrer Capillarattraction zu den Gefässwänden und thierischen Häuten überhaupt, dass das Blut oder wenigstens dessen Farbstoff die Gefässwände und Häute durchdringt und zu den nicht gefärbten, serösen Flüssigkeiten übertritt. Diese Erscheinung beruht nicht etwa auf partieller Zerreissung der Gefässe; denn sonst würden *Boerhave*[1]) u. a. diese Blutdurchschwitzung nicht vorzugsweise an den grossen Arterien wahrgenommen haben. In beiden Fällen, sowohl bei der Fettverminderung durch mässige Bewegung als bei dem Blutdurchschwitzen durch übermässige Bewegung, ist der *Grund* allerdings in der durch Nervenreitz bedingten Stoffumwandlung zu suchen, die *Ursache* aber der Fettresorption und der Blutdurschwitzung in veränderter Capillarattraction der fraglichen Flüssigkeiten zu einander und zu den thierischen Häuten. Auf gleiche Weise müsste nun auch grösstentheils die durch Krankheiten und andre Verhältnisse bedingte Fettresorption erklärt, dabei aber immer sorgfältig Grund von Ursache unterschieden werden. Choleriker und Sanguiniker sind zum Fettwerden wenig geneigt, weil die Säfte solcher Organismen meist eine dichtere Consistenz haben, albuminöser sind und besser fettige Theile in sich aufnehmen und erhalten, als die wässrigen Säfte der Phlegmatiker; Castrirte sind zum Fettwerden geneigt, weil bei vermindertem Nerven- und Gefässreize die Flüssigkeiten des thierischen Körpers weit verdünnter und leichter vom Fette trennbar sind; mästet man doch nach *Haller's*[2]) Berichte in England die Kälber, indem man ihnen bei

1) *Boerhave*, Prax. med. T. 1. p. 242 et praelect. T. 3. p. 501.
2) *Haller*, a. a. O. S. 78.

guter Nahrung durch Aderlässe von Zeit zu Zeit Blut entzieht; als ätiologisches Moment der Fettsucht werden von den Aerzten auch starke Säfteverluste aufgeführt. Grosse Feistigkeit, welche nicht mit Corpulenz zu verwechseln ist, tritt nach dem Zeugnisse der Aerzte oft auch in Folge geschwächter Verdauung oder besser verminderten Assimilationsvermögens ein; in solchen Fällen verarmen die Säfte an emulsiongebenden Bestandtheilen und die Scheidung des Fetts von der dünnen, wenig schleimigen Säftemasse geschieht sehr leicht; bei Biertrinkern, welche ebenfalls häufig grosse Neigung zum Feistwerden zeigen, tritt neben der Verdauungsschwäche noch die grosse Verdünnung der ganzen Säftemasse durch den reichlichen Genuss von Flüssigkeiten hinzu.

Noch ist zu erörtern nöthig, auf welche Weise das Abmagern beim Hungern oder im Winterschlafe gewisser Thiere, und das schnelle Schwinden des Fettes in consumirenden Krankkeiten mit dieser rein physikalischen Hypothese in Einklang zu bringen sei.

Was zunächst die winterschlafenden Thiere betrifft, so ist jenes Abmagern an sich während des Schlafs wohl zu schnell und zu allgemein angenommen worden; wenigstens habe ich früher gegen den Frühling hin oft Frösche ausgegraben, welche bei der Section sich sehr fett zeigten; auch wird jeder Physiolog dieselbe Beobachtung gemacht haben; im *Plinius* erinnere ich mich irgendwo gelesen zu haben, dass die Bären im Frühjahr noch ziemlich feist gefunden werden. Auch steht mit dem Magerwerden jener Thiere während des Winterschlafes das Fettwerden der Lerchen, Ortolanen und andrer Vögel während des allnächtlichen Schlafes im Widerspruch. Es verhält sich aber, wie wenigstens meine an Fröschen gemachten Beobachtungen mich lehrten, auf folgende Weise; gegen den Winter hin umgeben sich die winterschlafenden Thiere mit einem Fettpanzer, der sie während ihres Schlafes, wo sie nur wenig thierische Wärme entwickeln, gegen die nachtheilige Einwirkung der Kälte schützt, ganz so wie viele Säugethiere und Vögel des Nordens gegen den Winter hin sich mit einem dichtern Wollhaar oder Flaumfedern bedecken; die Abmagerung ist nun während des Winterschlafs selbst höchst gering; sie erwachen noch ziemlich fett, das Fett schwindet aber nun sehr bald, so wie sie sich stärkern Bewegungen hingeben, die ihnen noth-

wendige stickstoffhaltige Nahrung aufsuchen und der ganze Organismus in allen seinen Functionen in regere Thätigkeit gesetzt wird, gleich wie ein phlegmatischer, feister Mensch, wenn er einige Zeit stärkern Anstrengungen ausgesetzt ist, sehr bald an Rundung verliert; aus demselben Grunde verlieren die Lerchen auch des Morgens sehr bald das Fett, welches sich in ihnen während der nächtlichen Ruhe angesammelt hat.

Das Schwinden des Fettes bei längerm Hungern hat seinen Grund keineswegs darin, dass diese stickstofffreie Substanz von der Natur als Nahrungsmaterial benutzt wird, sondern in der allgemeinen krankhaften Aufregung, die dadurch im ganzen Organismus und in allen einzelnen Organen hervorgebracht wird. Längere Zeit unbefriedigter Hunger bedingt allgemeinen Reizzustand des Nerven- und Gefässsystems, was sich in heftigem Fieber und Delirien kund giebt. Die Excretions- und Secretionsorgane fahren fort, so lange ihren Dienst zu verrichten, als ihnen Material geliefert wird; immer mehr und mehr Theile des Organismus z. B. die Muskeln werden unbrauchbar, allgemeine Consumtion tritt ein, ohne dass die geringste Reproduction statt finden kann; in die allgemeine Consumtion werden selbst die Theile mit fortgerissen, welche mehr als Excrete anzusehen sind; die Zähne werden schmutzig und wacklig, die Haare fallen aus; so wird auch das im Zellgewebe abgelagerte Fett in den Blutstrom wieder aufgenommen, und, wie sogleich näher motivirt werden soll, hauptsächlich durch die Leber ausgeschieden; daher vorzüglich der bittre Geschmack, über den solche, die lange hungern, sich so sehr beklagen, und die Erfahrung, dass während alle andern Absonderungen aufhören, die Galle bei angefüllter Gallenblase immer noch in den Darm fliesst[1]).

Etwas dem Verhungern Aehnliches geschieht nun auch in den meisten Krankheiten, welche mit grössrer Abzehrung verbunden sind; beim längern Hungern verkümmert eine Function nach der andern wegen Mangel an Material; in Krankheiten wird durch das Leiden eines Systems oder eines Organs der ganze Organismus mit in die krankhafte Thätigkeit hineingezogen;

1) *Magendie*, Journ. de Physiol. T. 8. p. 171.

hauptsächlich dürfte aber die schnelle Fettverminderung in Krankheiten mit einer abnormen Thätigkeit der Leber zusammenhängen. Es ist schon in dem Obigen bemerkt worden, dass gestörte Assimilation häufig zu Fettanhäufung Anlass giebt; jene Störung in der Assimilation rührt aber von einer unvollkommnen Gallenabsonderung her; die Leberfunction steht nämlich im genauesten Zusammenhange mit der Fettablagerung; Polycholie ist stets mit Abmagerung verbunden; daher sind Personen von biliöser Constitution nie zum Feistwerden geneigt, sie können die Corpulenz der Fleischer erlangen aber nie die Feistigkeit eines Bäckers; Physiologie und Pathologie sind damit im vollkommensten Einklang; das Pfortaderblut, welches doch nach dem Zeugnisse der bewährtesten Physiologen der Leber das Material zuführt, aus dem sie die Galle erzeugt, ist nach *Schultz* und *Simon* weit reicher an Fett als das Blut jedes andern Gefässes. *Kunzmann*[1]) beobachtete einen Fall, wo Gelbsucht mit häufigem Fettabgange durch den Mastdarm abwechselte. *Steward Traill*[2]) fand bei Leberentzündungen das Blut sehr fett- und ölreich; auch im Ikterus hat *Lassaigne*[3]) das Blut fettreicher gefunden; der Ikterus der Neugebornen, der bekanntlich auf Polycholie und nicht auf Gallenverhaltung beruht, ist dagegen meist mit ziemlich schneller Abmagerung verbunden. *Dobson*, *Rollo* und *Marcet* haben im Blutserum Diabetischer so viel Fett gefunden, dass dasselbe einer Emulsion glich; unter 6 Diabetikern, die ich genauer beobachtete, fand ich nur bei einem das Blut so beschaffen; ich erhielt aus demselben 5,328 ⅞ gelben, verseifbaren Oels; in diesem Falle waren die Excremente jedoch so weiss, wie sie in der Gelbsucht vorzukommen pflegen, also ein Zeichen, dass zugleich die Gallenabsonderung gehindert war; erfahrne Aerzte werden oft im Diabetes jene Farblosigkeit der Excremente beobachtet haben; es ist daher höchst wahrscheinlich, dass das Blut im Diabetes nur dann fetthaltig ist, wenn zugleich die Leberfunction gestört ist. Wie oben erwähnt, ist das Blut in der Trunksucht so fettreich, dass

1) *Kunzmann*, Hufeland's Journ. der prakt Heilkunde. 1821. Juli. S. 106.

2) *Stewart Traill*, Phil. Annales T. 5 p. 197.

3) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 2. p. 264.

es ganz weiss erscheint, und der ganze Habitus von Fett gedunsen: bei diesen rührt der Fettreichthum unstreitig ebenfalls von gestörter Leberfunction her, weshalb auch Trinker in den Tropenländern am schnellsten von den dort herrschenden Leberkrankheiten hingerafft werden. Hiermit steht wohl auch die übermässige Vergrösserung der Leber bei gemästeten Gänsen, so wie die häufigen Leberdegenerationen bei thranreichen Fischen z. B. dem Pottfische u. a. in bestimmtem Zusammenhang. Ist demnach die Leber als das Hauptausscheidungsorgan und gleichsam als das Compensatorium des Fettes im thierischen Organismus anzusehen, so lässt sich leicht begreifen, warum vorzüglich in acuten Krankheiten, wo alle Organe an der allgemeinen Aufregung Theil nahmen, die Abmagerung so schnell eintritt, zumal wenn wir erwägen, dass selbst in gesundem Zustande ein ausgewachsener Mensch täglich 24 Unzen Galle aus dem Blute erzeugt (vergl. *Ab. v. Haller El. physiol.)*. Das Abmagern in acuten Krankheiten bemerken wir aber vorzüglich erst im kritischen Stadium, wo die während des Krankheitsprocesses erzeugten und untauglich gewordenen Stoffe auf verschiedenen Wegen aus den Organismus entfernt werden; in den allgemeinen Resorptions- und Ausscheidungsprocess wird dann das in den Fächern des Zellgewebes abgelagerte und durch die allgemeine Bewegung gleichsam aufgerüttelte Fett mit fortgerissen (so wie Warzen, Fettgeschwulste, chronische Exantheme und Wucherungen aller Art durch acute Krankheiten und besonders durch das Wochenbette oft während der Krisen und Wochenfunctionen aufgelöst und ausgeschieden werden) und dann durch das entsprechende Organ, die Leber, ausgeschieden; wodurch endlich die breügen, starkgefärbten Stühle im kritischen Stadium bedingt werden.

Grenser[1]) theilt einen sehr interessanten Fall mit, wo eine ungeheure Fettablagerung im Netze durch das Wochenbette in kurzer Zeit gehoben wurde. *Klose*[2]) führt viele Fälle an, wo Fett- und andere Geschwülste durch acute Krankheiten gehoben wurden.

1) *Grenser*, Zeitschrift der Geburtskunde von Busch u. s. w. Bd. 7. Heft 3. S. 432.

2) *Klose*, über Krankheiten als Mittel zur Verhütung und Heilung von Krankheiten. Breslau 1826.

Ursprung. Fragen wir endlich nach der Entstehung des Fettes im thierischen Körper, so können wir wohl, nachdem wir von den anorganischen Körpern sowohl als von den Grundlagen der vorerwähnten und behandelten thierischen Stoffe bewiesen haben, dass sie aus dem Pflanzenreiche dem Thierkörper zugeführt werden, uns keiner andern Meinung hingeben, als der, dass auch die Fette, die sich so weit verbreitet im ganzen Pflanzenreiche finden, ihren Ursprung lediglich aus den Vegetabilien entlehnen, und im thierischen Körper meist nur Formveränderungen erleiden. Zwar sehen wir, dass die im Thierkörper vorkommenden Fette so manche Verschiedenheiten darbieten, die sich nicht blos auf Schmelzpunkt und Löslichkeit beziehen, sondern auch auf Reaction, Verseifungsfähigkeit, Stickstoff- und Phosphorgehalt und überhaupt auf ihre Zusammensetzung: allein erwägen wir dagegen ihre ausserordentliche Aehnlichkeit selbst rücksichtlich der unbedeutendsten physischen Eigenschaften, wie das specifische Gewicht, die Löslichkeit in Aether und heissem Alkohol, und die Fähigkeit, Papier durchscheinend zu machen: so können wir in der That kaum umhin, anzunehmen, dass sämmtliche Fette, gleich den eiweissartigen Stoffen oder den Aethyl-, Methyl- und Benzoylverbindungen der organischen Chemie nichts als Verbindungen ein und desselben Radicals mit verschiedenen Elementen und zusammengesetzten Körpern seien. Wir sind rücksichtlich der Fette zur Zeit noch in derselben Dunkelheit, in welcher wir vor sechs Jahren noch rücksichtlich der eiweissartigen Körper waren; doch wirft so manche Analogie, so manche Entdeckung neuerer Zeit ein nicht unklares Licht auf diesen noch nicht ganz durchschauten Gegenstand. Rücksichtlich der Harze und ätherischen Oele, die wir die Zwillingsbrüder der Fette nennen möchten, ist man schon einige Schritte weiter: bei sehr vielen derselben hat man ein gemeinschaftliches Radical gefunden, viele als Oxydationsstufen, als Hydrate und Oxydhydrate bestimmter Grundlagen erkannt; der berühmte *Liebig* scheint bereits diesen Gegenstand der Forschung gewürdigt zu haben; die Fackel seines Genies wird ihm leuchten und seine ausserordentliche Geschicklickeit ihn gewiss zum Ziele führen. Es sei daher hier nur erlaubt, einige Punkte hervorzuheben, welche die Ansicht, dass alle Fette eine gemeinschaftliche Grundlage oder wenigstens eine

Analogie in ihrer Zusammensetzungsweise haben, wahrscheinlich machen können.

Längst schon hat man, wie auch in dem Obigen bemerkt, die verseifbaren Fette den Aetherarten verglichen, und durch die neuesten Untersuchungen von *Liebig* und *Pelouze* hat diese Ansicht eine mächtige Stütze erhalten; indessen könnte diess allein nichts zum Beweise unsrer Meinung beitragen, dass alle Fette ein gemeinschaftliches Radical haben, da die Fettsäuren doch eine verschiedene Zusammensetzung zeigen und viele Fette auch nicht verseifbar sind, während wir die Meinung hegen, dass aus den verseifbaren Pflanzenfetten Elain, Margarin und Stearin oder aus deren Säuren alle andern im thierischen Körper vorkommenden Fette gebildet würden, durch sehr geringe Metamorphosen, durch blosse Oxydation, so dass ein höheres Oxyd entstehe, wie sich z. B. aus der Stearinsäure Margarinsäure durch blosse Oxydation bildet, oder durch Aufnahme von Wasser, welches, wie im Alkohol mit dem Aethyloxyd, hier mit dem Fett sich inniger verbindet und so sehr wesentliche Umänderungen in den Eigenschaften hervorbringen kann. Sehen wir vollends ab von den reinen Radicalen *Liebig's*, und schenken wir der *Dumas*'schen Theorie von den Typen und der Substitution einiges Zutrauen, welches ihr mit einiger Beschränkung gewiss nicht zu versagen ist, so wird es uns sehr leicht zu begreifen, wie der thierische Organismus aus jenen wenigen Pflanzenfetten so mannigfaltige Fettstoffe erzeugen kann, ohne den Grundtypus, der gleichsam die Idee des Fettes in sich fasst, völlig umzuändern oder zu zerstören. Gewiss jeder, der mit den neuesten Fortschritten der Chemie vertraut ist, wird die moralische Ueberzeugung erlangt haben, dass alle Fette oder Fettsäuren durch ein gemeinsames Band, sei es ein gemeinschaftliches Radical oder ein gleicher Typus, zusammengehalten werden; nur fehlt es noch an bestimmten Zahlenwerthen, um mit mathematischer Gewissheit, deren wir in der Medicin so sehr bedürfen, und in der Chemie uns grösstentheils schon erfreuen, jenen unverkennbaren Zusammenhang darzuthun. Die nicht verseifbaren Fette liegen hierbei keineswegs ausser dem Bereich desselben Zusammenhanges, vielleicht verhalten sich diese zu den verseifbaren wie der Harnstoff zum cyansauren Ammoniak oder das Oxamid zum oxalsauren Ammoniak; oder es sind Fettsäuren verbunden

mit einem organischen Stoffe, von dem wir jene nicht so leicht wie vom Glycerin trennen können. *Laurent*[1]) hat in neuerer Zeit eine solche Zusammenstellung der fetten Säuren gegeben, in welcher er darzuthun sucht, dass der gemeinschaftliche Typus oder das Radical mit Beihülfe der Substitution = H C für alle Fettsäuren sei, und nur Sauerstoff- oder Wasserzutritt die Modificationen veranlasse; allein theils fehlt es noch an sichern Analysen, theils ist die Zusammenstellung in einzelnen Punkten zu hypothetisch, als dass sie hier angeführt zu werden verdiente.

Die phosphor- und stickstoffhaltigen Fette sind unsrer Ansicht ebensowenig entgegen; dieselben verhalten sich zu den gewöhnlichen Fetten, wie die schwefelhaltigen ätherischen Oele zu den sauerstoffhaltigen oder sauerstofffreien Oelen; wir wissen nicht, ob sich dergleichen Fette auch im Pflanzenreiche in höchst geringen Mengen vorfinden; allein es ist auch nicht unglaublich, dass sich das Fettradical oder der Fetttypus im Thierkörper erst mit Phosphor, Schwefel und Stickstoff verbinde; denn wir sind nie so kühn gewesen, zu läugen, dass die dem Thierkörper aus dem Pflanzenreiche zugeführten Grundlagen nicht Verbindungen eingehen könnten, wie wir sie im Pflanzenreiche nicht finden. Doch das Radical oder der Typus des Fettes scheint uns auch in diesen Verbindungen unverkennbar.

Wenn wir nun endlich einerseits erwägen, dass dem Thierkörper eine hinlängliche Menge Fettstoff mit der vegetabilischen Nahrung zugeführt werde, um alle Theile des Organismus hinlänglich mit jener Materie zu versorgen, und andrerseits die Chemie nicht nur wahrscheinlich macht, dass ein Fett unter bestimmten Verhältnissen sehr leicht in das andre umgewandelt werden könne, sondern dass auch aus andern Stoffen z. B. Stärkmehl, Zucker, Gummi, Harzen, Leim u. dergl. nimmermehr ein Fett erzeugt werden könne: so sind wir wohl mit Grund zu der Annahme berechtigt, dass der thierische Organismus sich nicht erst den Fettstoff aus seinen Elementen erzeuge, sondern dass er die ihm eigenthümlichen Fette sämmtlich aus den ihm zugeführten Pflanzenfetten durch geringe Metamorphosen oder Verbindungen mit andern Stoffen herstelle.

1) *Laurent*, Ann. de Chim. et de Phys. 1837 Oct. p. 154.

Dass das abgesonderte Fett im Verhältniss zu den mehr oder weniger fettreichen Nahrungsmitteln stehe, ist jedem Oekonomen bekannt. Wir erlauben uns hier nur kurz auf den Milch- und Buttererertrag der Kühe aufmerksam zu machen; im Winter geben die Kühe weniger Butter, da sie fettärmeres Futter erhalten: in nassen Jahren, wo die Fettbildung in den Pflanzen erwiesener Massen geringer ist, geben die Kühe viel Milch, aber sehr wenig Butter. Der Butterreichthum der Milch hängt lediglich von den Nahrungsmitteln ab. So ist es mit dem im Körper abgelagerten Fett, wenn zwei übrigens gleiche Organismen ungleich fette Nahrungsmittel geniessen; ein Armer wird bei aller Anlage zum Fettwerden nimmermehr die Feistigkeit eines Wohlschmeckers erlangen. Wem die Quantität des aus dem Pflanzenreiche dem Thierkörper zugeführten Fettes nicht hinreichend dünkt, der lese die Analysen einzelner Pflanzen und Pflanzentheile, und er wird sich wundern, das Fett so allgemein verbreitet und oft in so grossen Mengen im Pflanzenreiche zu finden.

Wir würden uns in leeren Räsonnemens und vagen Hypothesen verlieren, wollten wir versuchen, über die Entstehung und den Zweck der nicht verseifbaren und phosphorhaltigen Fette einige Meinungen aufzustellen, da wir zur Zeit noch aller Anhaltspunkte ermangeln, die uns zu irgend einer wahrscheinlichen Meinung führen könnten.

Milchsäure.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure stellt in ihrem concentrirtesten Zustande eine klare, farblose, syrupartige Flüssigkeit dar, von einem spec. Gewicht = 1,215, ohne Geruch, von scharf saurem Geschmack; sie zieht aus der Luft Wasser an, löst sich in jedem Verhältnisse in Wasser und Alkohol, in Aether jedoch nur wenig; beim Erhitzen wird sie zersetzt. Sie characterisirt sich als eine sehr starke Säure, indem sie Lackmus intensiv röthet und die Essigsäure aus ihren Verbindungen austreibt, so dass aus concentrirten Lösungen essigsauren Kalks oder Zinkoxyds auf Zusatz concentrirter Milchsäure milchsaurer Kalk oder Zinkoxyd gefällt wird; phosphorsaurer und oxalsaurer Kalk wird selbst von verdünnter Milchsäure sehr leicht aufgelöst, Eiweiss und Käsestoff und daher auch Milch coagulirt; in der Milch kann sie jedoch in einiger Menge enthalten sein, ohne dieselbe gerinnen zu machen.

Mit *Basen* bildet die Milchsäure nur in Wasser auflösliche Salze; die meisten derselben sind auch in Alkohol auflöslich. Bemerkenswerth ist, dass die milchsauren Salze einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt werden können, ohne sich zu zersetzen. Viele dieser Salze sind krystallisirbar, z. B. milchsaures Kupfer-, Silber- und Nickeloxyd, so wie Eisen- und Manganoxydul, vorzüglich leicht aber milchsaurer Kalk, Talkerde, Zink- oder Kobaltoxyd; nicht krystallisirbar sind dagegen die milchsauren Alkalien nebst milchsaurem Baryt, Eisen- und Bleioxyd; unter den letztern sind die milchsauren Alkalien und milchsaures Eisenoxyd an der Luft zerfliesslich.

Milchsaures Zinkoxyd krystallisirt mit 2 At. Wasser in vierseitigen Prismen, ist in Alkohol unlöslich und zersetzt sich erst bei + 245°.

Eisen wird von verdünnter Milchsäure unter Wasserstoffentwicklung aufgelöst, das *milchsaure Eisenoxydul*, welches in neuerer Zeit als Arzneimittel empfohlen worden ist, krystallisirt in weissen vierseitigen Nadeln mit 3 At. Wasser.

Milchsaures Silberoxyd krystallisirt in weissen, feinen Nadeln, die sich am Lichte schwärzen, und deren Lösung durch Essigsäure gefällt wird.

Milchsäure geht mit *Bleioxyd* auch basische Verbindungen ein, welche Curcumäpapier bräunen.

Metamilchsäure. Erhitzt man die reine concentrirte Milchsäure allmählig, so wird sie zuerst flüssiger, dann gelb und braun, und giebt endlich unter Zurücklassung von Kohle ausser Essigsäure und brennbaren Gasarten ein krystallinisches Sublimat. Das letztre reinigt man durch Auflösen in siedendem Alkohol, aus welchem es sich beim Erkalten in weissen Tafeln abscheidet. Dieser Körper, *Metamilchsäure* genannt, da er ein Atom Wasser weniger als wasserfreie Milchsäure enthält, schmilzt bei + 107° und verflüchtigt sich bei 250°; die geschmolzene Masse erstarrt beim Erkalten krystallinisch, ist geruchlos, von schwach säuerlichem Geschmack, löst sich in Wasser nur sehr allmählig auf, und verwandelt sich durch dasselbe wieder in gewöhnliche Milchsäure.

Zusammensetzung. Die Milchsäure ist zuerst von *Liebig* und *Mitscherlich*, *Gay Lussac* und *Pelouze* [1]) einer genauern Untersuchung unterworfen worden; dieselben fanden, dass sie in ihrem concentrirtesten Zustande noch ein Atom Wasser enthielt, dessen sie nur durch Verbindung mit Basen beraubt werden kann. Aus den Elementaranalysen ergab sich ihr Atomgewicht = 1018,867 und ihre Zusammensetzung, wie folgt

		gefunden		Aequiv.	berechnet.
Wasserstoff	=	6,12	6,32	5	6,04
Kohlenstoff	=	44,92	45,50	6	45,56
Sauerstoff	=	48,96	48,18	5	48,40

1) *Gay Lussac* und *Pelouze*, Pogg. Ann. Bd. 31. S. 299.

Darstellung. Die Milchsäure kann man aus zuckerhaltigen Pflanzensubstanzen, welche gewissen eigenthümlichen Gährungsprocessen unterworfen worden waren, meist auf eine sehr einfache Weise bereiten; man wendet hierzu z. B. das in Deutschland so bekannte Sauerkraut an; eine Infusion desselben braucht nur mit kohlensaurem Zinkoxyd gesättigt und siedend filtrirt zu werden, um schon ein ziemlich reines milchsaures Salz zu liefern, welches durch Behandlung mit Alkohol und wiederholtes Umkrystallisiren leicht von allen Beimengungen befreit werden kann; aus der Auflösung der erhaltenen Krystalle schlägt man das Zinkoxyd durch Baryt und letztern endlich vorsichtig durch Schwefelsäure nieder; die verdünnte Milchsäure wird dann im luftleeren Raume concentrirt und noch mit Aether behandelt, durch welchen meist nur einige Flocken aus der Flüssigkeit ausgeschieden werden.

Unter den Methoden, die Milchsäure aus der Milch zu gewinnen, ist die von *Cap* und *Henry* [1]) die empfehlenswertheste: man kocht nämlich sauer gewordene Milch auf, seiht durch, klärt mit Eiweiss, filtrirt und dampft die Flüssigkeit etwas ein; nach einigen Tagen scheidet sich der Milchzucker allmählig ab, und zwar bei wiederholtem Eindampfen immer von Neuem, vollkommen wird er indessen nur durch Alkohol gefällt; die vom Milchzucker abfiltrirte Flüssigkeit wird mit Zinkoxydhydrat erwärmt und einige Tage stehen gelassen; den Niederschlag kocht man mit der achtfachen Menge Wasser aus, entfärbt die Flüssigkeit durch Thierkohle, und lässt durch Abdampfen das milchsaure Zinkoxyd krystallisiren, aus dem dann die reine Milchsäure, wie oben, erhalten wird.

Auf ähnliche Weise kann die Milchsäure auch aus andern thierischen Flüssigkeiten erhalten werden. So fand ich z. B. folgende Methode am tauglichsten zur Darstellung der Milchsäure aus dem Harn fleischfressender Thiere: das alkoholische Extract des Harns wurde zur Zerstörung des Harnstoffs mit Kalkhydrat gekocht, bis sich kein Ammoniak mehr entwickele, dann die ganze Masse zur Trockniss eingedampft und bis ungefähr 200° erhitzt; hierauf wurde der pulverisirte Rückstand mit verdünntem Spiritus

1) *Cap* und *Henry*, Journ. de Pharm. 1839. p. 133.

ausgezogen, durch Thierkohle filtrirt, und der Kalk aus der Lösung durch Sauerkleesäure gefällt; die nun mit kohlensaurem Bleioxyd gesättigte und filtrirte Flüssigkeit ward mit schwefelsaurem Zinkoxyd versetzt und die Lösung des milchsauren Zinkoxyds vom schwefelsauren Bleioxyd abfiltrirt und zur Krystallisation abgedampft; aus dem milchsauren Salze wird dann, wie oben, die reine Milchsäure erhalten. Sollte die erhaltene Milchsäure noch etwas gefärbt sein, so sättige man sie mit Kalkhydrat, behandle die Flüssigkeit mit Thierkohle und dampfe zur Krystallisation ab: den milchsauren Kalk löse man dann in kochendem Alkohol, lasse ihn wieder krystallisiren und zersetze ihn mit einem Aequivalent Sauerkleesäure.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Milchsäure hat man in fast allen Flüssigkeiten des thierischen Körpers theils frei, theils an Alkalien gebunden aufgefunden. Die saure Reaction verschiedener thierischer Flüssigkeiten rührt fast immer von freier Milchsäure her; man behauptete früher, die Producte der Excretionsorgane rötheten Lackmus, die der Secretionsorgane dagegen entweder nicht, oder reagirten alkalisch; indessen bestätigt sich diess bei genauerer Betrachtung der Organe und ihrer Aussonderungen keineswegs; eher habe ich noch *Mandl's* Beobachtung bestätigt gefunden, welcher behauptet, dass die Organe, welche vom Sympathicus Nerven erhielten, sauer reagirten, alkalisch dagegen die, welche mit dem Spinalsystem zusammenhängen. Ihre Menge in einzelnen Theilen des Thierkörpers ist indessen unter verschiedenen Verhältnissen höchst variabel; nach starken *körperlichen Anstrengungen* finden wir die Quantität der Milchsäure in den Excreten sehr vermehrt, ebenso bei reichlichem *Genuss von Animalien.*

Bei *Krankheiten* ist die Menge der Milchsäure theils in einzelnen Organen, theils im ganzen Körper oft sehr vermehrt; häufig trifft man dann da freie Milchsäure an, wo sie sonst nur gebunden vorzukommen pflegt. In allen denjenigen Krankheiten, in welchen die Natur des Organismus noch kräftig genug erscheint, um den Krankheitsstoff zu entfernen oder die Krankheit selbst zu

bewältigen, mit einem Worte in allen *acuten Krankheiten*, in welchen starke kritische Ausleerungen statt finden, ist die Menge der in den Excreten enthaltenen Milchsäure vermehrt; daher wir nach jedem Saburralfieber, rheumatischen Fieber, nach jeder Entzündung, im Abschuppungsstadium jedes Exanthems, in den mit kritischen Entleerungen verbundenen Gichtexacerbationen den Milchsäuregehalt des Harns und des Schweisses vermehrt finden. Bei entzündlichen Irritationen einzelner Theile sehen wir oft selbst da freie Milchsäure auftreten, wo dieselbe im gesunden Zustande nur gebunden vorzukommen pflegt, z. B. im Speichel, in den Schleimhäuten, namentlich in dem syphilitischen Tripper, so wie auch bei der Honigharnruhr. Ganz verschwindet die freie Milchsäure in den Organen, von welchen sie im gesunden Zustande ausgesondert wird, nur in solchen Krankheiten, in welchen alle Ernährung aufgehoben wird; daher hauptsächlich in colliquativen Aussonderungen, im Schweiss und Urin von Phthisikern, im Harn von Typhuskranken, in den Darmexcretionen von Cholerakranken.

Man nahm bisher immer an, dass sich auch freie Milchsäure in frischer Milch vorfinde; indessen haben schon mehrere Chemiker an frisch gemolkener Milch nicht nur keine saure, sondern vielmehr eine alkalische Reaction wahrgenommen, so dass das Vorkommen freier Milchsäure in ganz frischer Milch mit Recht zu bezweifeln sein dürfte. *Simon* [1]) hat die Frauenmilch, die der Kühe, so wie der Hunde im gesunden, so wie im krankhaften Zustande stets von alkalischer Reaction gefunden. *D'Arcet* und *Petit* glauben gefunden zu haben, dass die Kuhmilch saure Reaction erlange, wenn die Kühe immer im Stalle blieben und trocknes Futter bekamen; ich habe jedoch auch unter diesen Verhältnissen nie eine saure Reaction der frischen Kuhmilch wahrnehmen können; selbst wenn die Milch längere Zeit im Euter zurückgehalten worden war, fand ich dieselbe immer von schwach alkalischer Reaction. Die freie Milchsäure dürfte sich daher wohl erst ausserhalb des Organismus durch einen weiter unten anzuführenden Zersetzungsprocess in der Milch erzeugen.

Die Milchsäure, welche, wie so viele andre organische Säuren von dem berühmten *Scheele* zuerst in der Milch entdeckt wurde, ist später von *Berzelius* auch in andern thierischen Flüssigkeiten gefunden worden, und zwar an Alkalien gebunden im Blute, im Chylus, in der Lymphe, im Speichel und in serösen Flüssigkeiten.

1) *Simon*, Frauenmilch S. 48 und S. 65 ff.

In freiem Zustande, meist innig gemengt mit sogenannten Extractivstoffen, ist sie von *Berzelius*[1]) hauptsächlich in den Flüssigkeiten des Fleisches gefunden worden; *Berzelius* machte hierbei noch die interessante Beobachtung, dass die Muskeln um so mehr Milchsäure enthielten, je mehr sie vor der Tödtung des Thiers angestrengt worden waren.

Der Magensaft, welcher nur, wenn er während der Verdauung abgesondert worden ist, saure Reaction zeigt, verdankt dieselbe nicht blos der freien Salzsäure, sondern auch der Milchsäure. Zwar haben *Prout*[2]) und *Braconnot*[3]) aus ihren Versuchen geschlossen, dass der Magensaft keine Milchsäure enthalte, allein aus dem Magensafte einer Katze erhielt ich durch Sättigung des alkoholischen Auszugs mit Zinkoxydhydrat, Abdampfen und Ausziehen mit Alkohol einen Rückstand, welcher in etwas Wasser gelöst auf einem Uhrgläschen Krystallnädelchen, die mit bewaffnetem Auge betrachtet, ganz die Form des milchsauren Zinkoxyds zeigten. Dasselbe Resultat erhielt ich aus der Flüssigkeit des dritten und vierten Magens einer Kuh (der Saft des Pansen und Netzmagens reagirt alkalisch). Die Dünndärme sondern nur während der Verdauung einen sauren Saft ab, dessen Reaction von freier Milchsäure (und gar nicht von Salzsäure) herrührt.

Von den Speicheldrüsen wird nur in krankhaftem Zustande freie Milchsäure abgesondert; *C. G. Mitscherlich* beobachtete einen Fall, wo der Speichel gewöhnlich freie Milchsäure enthielt, während des Einspeicheln aber die freie Säure verschwand, so dass der dann abgesonderte Speichel sogar alkalisch reagirte. *Donné*[4]) hat nur in folgenden Fällen eine saure Reaction im Speichel wahrgenommen: bei allen entzündlichen Reizungen in den ersten Wegen, bei Pleuritis, Encephalitis, acuten Rheumatismen, Wechselfiebern und Leiden des Uterus, so wie während der Menstruation bei Frauen, wo dieselbe unregelmässig ist. Im Allgemeinen habe ich die Angaben *Donné's* bestätigt gefunden, indessen finden zuweilen Ausnahmen statt, welche sich nicht mit *Donné's* Resultaten vereinigen lassen. In *gastrischen Affectionen*, die nicht mit Fieber begleitet waren, habe ich zwar oft den Speichel alkalisch, aber sehr häufig auch sauer gefunden. Bei völlig *unregelmässiger Menstruation* eines 19jährigen, hysterischen Mädchens habe ich den Speichel auch zur Zeit der Katamenien alkalisch gefunden; ebenso konnte ich im Speichel mehrerer *Pleuritiker* keine freie Milchsäure entdecken. Im *Magenkrampf* fand ich den Speichel fast stets sauer. Am constantesten und am meisten

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 573.
2) *Prout*, Schweig. Journ. Bd. 42. S. 473.
3) *Braconnot*, Ann. de Chim. T. 59. p. 348.
4) *Donné*, Journ. de Chim. méd. 1837. Sept. p. 445.

trat die Gegenwart der Milchsäure im Speichel von Diabetikern hervor. In sechs Fällen von *Diabetes mellitus,* die ich beobachtete, fand bei allem Durste zuweilen ein Zusammenlaufen des Speichels im Munde statt; dieser Speichel röthete Lackmus sehr bedeutend; um mich von der Natur der Säure zu überzeugen, liess ich den Speichel sogleich in ein Gefäss entleeren, in welchem 2 Unzen Spiritus vini rectificatissimus enthalten waren; nach Verlauf einer Viertelstunde hatte sich etwas über eine Unze Speichel auf diese Weise angesammelt; die Flüssigkeit wurde alsdann sogleich von dem flockigen Niederschlage abfiltrirt, eingedampft und der Rückstand mit Alkohol von 90 $^0_0$ ausgezogen; dieses Extract ward mit Wasser und kohlensaurem Zinkoxydhydrat erwärmt, öfter umgeschüttelt und einige Zeit stehen gelassen, darauf die Flüssigkeit heiss filtrirt und abgedampft; wurde nun der Rückstand mit Alkohol behandelt, so blieb ein weisses erdiges Pulver zurück, welches in einigen Tropfen Wasser gelöst und der Selbstverdunstung überlassen, kleine Krystalle von milchsaurem Zinkoxyd ausschied. Freie Salzsäure, die ich wie *Prout* und *Braconnot* im Magensafte zu finden suchte, konnte ich nicht entdecken. Zu bemerken ist noch, dass der Speichel der erwähnten Kranken auch dann Lackmus röthete, wenn die Mundhöhle ziemlich trocken war und kein Zusammenfliessen des Speichels statt fand. Merkwürdig ist diese saure Reaction des Speichels im Diabetes mellitus besonders deshalb, weil, wie weiter unten erwähnt werden wird, in dieser Krankheit der frischgelassene Urin keine saure Reaction zeigt.

Genauere Untersuchungen habe ich über die Art des Vorkommens und die verhältnissmässige Menge der Milchsäure im Harn angestellt. Bevor ich jedoch die Resultate dieser Untersuchungen anführe, muss ich in aller Kürze die Methoden angeben, durch welche ich eine quantitative Bestimmung der im Urin enthaltenen freien Milchsäure zu machen, oder wenigstens deren verhältnissmässige Menge in verschiedenen Harnsorten zu finden versuchte. Zwei Methoden waren es, die ich hierzu am tauglichsten fand. Das eine Verfahren beruhte auf der Darstellung eines möglichst reinen milchsauren Zinkoxyds; zu dem Zwecke ward der Harn zur Syrupsconsistenz abgedampft, und wiederholt mit Alkohol (90 $^0_0$) ausgezogen. Da nun aber der in Alkohol unlösliche Theil des Harnextracts immer etwas freie Milchsäure zurückhält, so dass das wässrige Extract des sauren Harns stets Lackmus röthet, so ward jenes Extract mit etwas Ammoniak versetzt, nach dem Eintrocknen mit Alkohol ausgezogen, und die Lösung dem alkoholischen Extracte des Harns zugefügt. Die in jenem Gemisch enthaltene freie Milchsäure ward nun mit kohlensaurem Zinkoxydhydrat gesättigt, und darauf, um die an Alkalien gebundene Milchsäure mit Zinkoxyd zu vereinigen, mit essigsaurem Zinkoxyd versetzt; die Flüssigkeit ward dann zur dicken Syrupsconsistenz abgedampft und der Rückstand mit Alkohol von 90 $^0_0$

ausgezogen. Vom Alkohol werden die organischen Substanzen und Alkalisalze des alkoholischen Extracts, so wie das überschüssig zugesetzte essigsaure Zinkoxyd aufgelöst; zurückbleibt ein grauweisses Pulver, welches beim Auflösen in Wasser meist einige Flocken hinterlässt; die Lösung des milchsauren Zinkoxyds ward mit kohlensaurem Natron kochend gefällt; da der Niederschlag sich beim Glühen etwas färbt, so ward er mit Salpetersäure vorsichtig versetzt, um eine Reduction und Verflüchtigung des Zinkoxyds zu vermeiden, geglüht und aus dem gefundenen Zinkoxyd die Milchsäure berechnet.

Nach einem zweiten Verfahren wurde jedoch nur die Quantität der freien Milchsäure durch Rechnung gefunden; da nämlich bei jedem Abdampfen des Harns, selbst wenn es weit unter dem Siedepunkte des Wassers vorgenommen wird, ein Theil der freien Säure durch Ammoniak gebunden wird, so musste die Untersuchung ohne Abdampfung unternommen werden. Zu dem Zwecke ward der saure Urin mit überschüssigem Chlorbaryum gefällt, der Niederschlag mit schwefelsäurehaltigem Wasser ausgekocht, und der schwefelsaure Baryt dem Gewichte nach bestimmt; hierauf ward eine gleiche Quantität Urin mit frischgefälltem kohlensauren Baryt so lange digerirt, bis alle saure Reaction verschwunden war; dann die abfiltrirte Flüssigkeit mit etwas Essigsäure angesäuert und durch Chlorbaryum gefällt; auch dieser Niederschlag ward mit schwefelsäurehaltigem Wasser ausgekocht und abgewogen; die Quantität des letztern wird bei weitem geringer sein, als die des zuerst abgewogenen schwefelsauren Baryts; die Differenz beider Gewichte giebt uns eine Menge schwefelsauren Baryts, dessen Basis gerade hinreichend gewesen war, um die im Urin enthaltene freie Milchsäure zu sättigen; man kann demnach leicht hieraus nach den chemischen Aequivalenten die Quantität der freien Milchsäure berechnen.

Da einzelne Analysen des Harns wegen der höchst verschiedenen Concentration desselben je nach der Tageszeit und den genossenen Getränken nie ein bestimmtes Resultat geben können, so bestimmte ich im September 1837 13 Tage hindurch, während welcher ich nur so viel Flüssigkeiten zu mir nahm, als zur Stillung des Durstes nothwendig waren, das absolute und specifische Gewicht, so wie auch die festen Bestandtheile des an jedem Tage gesammelten Harns. Aus dem Mittel dieser 13 Beobachtungen ergab sich, dass *in 24 Stunden* an den ziemlich kühlen Septembertagen des Jahres 1837 bei täglich 2stündiger Bewegung 1057,77 *grm. Harn entleert* wurden; das *specifische Gewicht* war *im Mittel* 1,02204 und der *feste Rückstand* 69,6277 *grm.* (6,5825 %). Da ich nun nach Beendigung dieser Beobachtungen in einem Harn von demselben specifischen Gewichte und Gehalte an festen Bestandtheilen nach oben angeführten Methoden als Mittel aus 3 Versuchen 0,152 % freie Milchsäure und 0,112 % gebundene Milchsäure fand, so würden in 100 Theilen des festen Harnrückstands

2,309 Th. freier und 1,704 Th. gebundener Milchsäure enthalten sein und *täglich durch den Harn* 1,6077 *gr. freier und* 1,1844 *gr. gebundener Milchsäure entleert* werden.

Diese Resultate wurden nur zum Vergleich mit andern späteren Beobachtungen über den Milchsäuregehalt des Harns zu Grunde gelegt. Da der Morgenharn seiner grössern Concentration wegen sich überhaupt mehr zur Untersuchung eignet, so wurde bei den weitern Untersuchungen auf Milchsäuregehalt der Morgenharn vor der weitern Behandlung bis auf ein spec. Gewicht = 1,022 verdünnt. Auf diese Weise ergab sich, dass die *Tageszeit* keinen Einfluss auf die Quantität der im Urin enthaltenen Milchsäure äussere; dagegen fand ich nach kleinen *Debauchen* den Milchsäuregehalt im Morgenharn verringert; in einem Falle erhielt ich nur 0,087 % und in einem andern 0,072 % freier Milchsäure. Dagegen bedingen sehr *starke Bewegung* und *Ermüdung* des Körpers Vermehrung der freien Säure im Harn; in dem unter dem Artikel: *Schwefelsäure*, angeführten Falle von bedeutender Kräfteanstrengung liess ich nach einigen Stunden Schlaf einen Harn, der bis zu jenem spec. Gewichte mit Wasser verdünnt, 0,163 % freier Milchsäure enthielt.

Während der öfter schon erwähnten *animalischen Kost* untersuchte ich nach Verlauf von acht Tagen dreimal den verschiedenen Morgenharn, und fand darin 0,136, 0,128 und 0,127 % freier Milchsäure; dagegen blieb während einer 17tägigen *vegetabilischen Kost* der Harn immer von saurer Reaction, während man aus der Analogie der pflanzenfressenden Thiere und aus *Wöhler's* Versuchen mit pflanzensauren Alkalien wenigstens ein Verschwinden der freien Säure hätte erwarten sollen. Bei zwei zu Ende jener Beobachtung angestellten Versuchen fand ich im Harn 0,098 und 0,102 % freier Säure.

In den *kritischen Stadien der acuten Krankheiten* ist der Milchsäuregehalt des Harns bei reichlicher Abscheidung von Harnsäure vermehrt; ich fand zwar nur 0,131 % freier Milchsäure in dem Harn eines an *Rheumatismus acutus* leidenden; allein der an einem Tage gelassene Harn hatte ein spec. Gewicht = 1,0396 und enthielt 10,213 % fester Bestandtheile, und in 100 Theilen des nicht verdünnten Harns waren 0,203 Th. freier Milchsäure enthalten; dasselbe gilt auch von den nächstfolgenden Arten Harn, welche stets bis auf ein specif. Gewicht = 1,022 mit Wasser verdünnt oder durch Wärme concentrirt wurden. Im Harn, der nach *arthritischen Exacerbationen* gesammelt worden war, fand ich 0,141, 0,156 und 0,152 % freier Milchsäure. Im kritischen Harn einer *Pleuritis* waren 0,163 % in dem einer Pneumonie 0,149 %; in dem eines *Erysipelas faciei* 0,138 %, in dem einer *Variola vera* 0,167 %, in dem eines Falls von *Morbilli* 0,156 %, in dem einer *febris gastrica intermittens* 0,144 % und 0,139 % freier Milchsäure. In einem Falle eines unregelmässigen, *gastrischen Fiebers* beobachtete ich indessen auch einmal eine

Verminderung der Milchsäure, obgleich der Harn das Ansehn eines kritischen hatte. Im *krampfhaften* und *entzündlichen Stadium* fieberhafter Krankheiten konnte ich keine Vermehrung oder Verminderung des Gehalts an freier Milchsäure wahrnehmen die Quantitäten freier Milchsäure variirten zwischen 0,95 % und 0,125 %.

Cap und *Henry*[1]) fanden in *viskösem Urin* sehr wenig Milchsäure. Eine bestimmte Verminderung der freien Milchsäure habe ich in keinem Harne wahrnehmen können, ausser in eiweisshaltigem, so lange derselbe noch die saure Reaction beibehält; in einer *febris nervosa lenta* enthielt der Harn nur 0,051 % Milchsäure, im Anfange des dritten Stadiums einer *phthisis tuberculosa* nur 0,039 %; gewöhnlich enthält aber der eiweisshaltige Urin (vergl. S. 184) keine freie Milchsäure. Ob die Milchsäure in solchen Fällen nur gesättigt ist, oder ob sie gar nicht von den Nieren excernirt wird, darüber habe ich zur Zeit noch zu keinem bestimmten Resultat kommen können. Der zuckerreiche Harn im *Diabetes mellitus* ist frisch gelassen stets ohne freie Milchsäure, wird derselbe gegen Ende der Krankheit eiweisshaltig, so reagirt er gar alkalisch. Nur wenn die Haut transspirirt und die Krankheit zurückzutreten scheint, wird zuweilen wieder saure Reaction bemerkt.

Im Schweisse haben *Thénard, Berzelius* und *Anselmino* Milchsäure und milchsaures Ammoniak gefunden.

Trotz des sehr häufigen Vorkommens freier Milchsäure im thierischen Körper bildet sich indessen häufig die von uns aufgefundene Milchsäure erst durch eine Art von Gährungsprocess ausserhalb des Körpers in verschiedenen, namentlich zuckerhaltigen, Flüssigkeiten, z. B. in der Milch und im diabetischen Harne; diess darf uns aber keineswegs Wunder nehmen, da die Milchsäure im Pflanzenreiche fast stets als Zersetzungsproduct auftritt, vorzüglich da, wo Zucker oder Körper zugegen sind, aus denen sich leicht Zucker erzeugt.

Gay Lussac und *Pelouze*[2]) sind es hauptsächlich, welche uns die Entstehung der Milchsäure durch eigenthümliche Gährungsprocesse gelehrt haben; sie zeigten, dass die reine Milchsäure vortheilhaft aus Runkelrübensafte dargestellt werden könne, nachdem derselbe einige Monate hindurch einer Temperatur von + 30° C. ausgesetzt gewesen war; die Säfte aus vielen andern Wurzeln liefern unter ähnlichen Bedingungen Milchsäure, z. B. der Saft von Daucus Carota, Althaea officinalis; auch Birken-, Gurken- und Kürbissaft bildet Milchsäure, wie ich beobachtete.

1) *Cap* und *Henry*, a. a. O.

2) *Gay Lussac* und *Pelouze*, a. a. O.

Da sich neben der Milchsäure aus diesen rohrzuckerhaltigen Säften zugleich Mannazucker bildet, so hält *Liebig* diese Gährung für eine einfache Zerlegung des Rohrzuckers in Milchsäure und Mannazucker nach der Formel $H^{11} C^{12} O^{11} = H^5 C^6 O^5 + H^7 C^6 O^7$; *Wittstein*[1]) fand auch, dass die Säure des bekannten Sauerkrauts Milchsäure sei. Nur in den Krähenaugen fand *Corriol* bereits gebildete Milchsäure an Kalk gebunden; doch wird sie wohl auch hier, gleich der Gallussäure in den Galläpfeln, durch einen rein chemischen Process gebildet, der völlig ausser der Sphäre der Lebenskraft liegt. Dieselben Gelehrten fanden auch, dass bei der Säuerung des Stärkmehls, die man zur Trennung der Stärke vom Kleber in den Stärkefabriken einzuleiten pflegt, sich (unstreitig aus dem Stärkmehl selbst) Milchsäure bilde. Endlich bemerkten dieselben auch, dass in den Gerbereien beim Schwellen der Häute in Wasser, dem Kleie beigemengt wurde, sich Milchsäure erzeuge.

In ähnlicher Weise erzeugt sich nun auch die Milchsäure in zuckerhaltigen Flüssigkeiten des Thierkörpers. Am bekanntesten ist die Säurung der *Milch;* dieselbe säuert selbst nach sehr kurzer Zeit beim Stehen so leicht, dass man früher der frischen Milch stets saure Reaction zuschrieb, obwohl man wusste, dass nach längerer Zeit vorzüglich bei schwüler Witterung die Säure der Milch oft so schnell zunimmt, dass der Käsestoff derselben coagulirt wird. Aus einigen Versuchen, die ich bis jetzt anstellte, scheint hervorzugehen, dass zu dieser Umwandlung des Milchzuckers in Milchsäure Sauerstoffzutritt nicht nothwendig sei; auch im Kreise einer schwächern Volta'schen Säule wurde die Milchsäurebildung nicht beschleunigt. Dagegen geben die Beobachtungen von *Pelouze*[2]) und *Fremy*[3]) einigen Aufschluss hierüber. Erstrer fand nämlich, dass Kälberlab Zuckerlösung in Milchsäure umwandle, während letztrer später darthat, dass Mannit, Milchzucker, Dextrin und ähnliche stickstofffreie Stoffe in Berührung mit thierischen Häuten bei + 40° C. allmählig in Milchsäure übergehen. In der Milch dürfte es wohl der stickstoffhaltige Käsestoff sein, welcher zunächst eine Veränderung erleidet, durch welche er den sonst so beständigen Milchzucker zu einer solchen Zersetzung disponirt; denn gewiss sind es auch nicht die Häute als solche, welche die Zersetzung jener Stoffe bedingen, sondern ein Zersetzungsprocess oder Product derselben, erzeugt oder beschleunigt durch die hohe Temperatur.

Im *diabetischen Harne*[4]) habe ich eine ganz ähnliche Bildung von Milchsäure aus dem Harnzucker wahrgenommen; zwanzig Tage

1) *Wittstein*, *Buchner's* Repert. Bd. 15. S. 370.
2) *Pelouze*, l'Institut. No. 286.
3) *Fremy*, l'Institut. No. 292. 1837.
4) *Lehmann*, de urina diabetica diss. inaug. Lips. 1835.

hinter einander beobachtete ich den Harn eines Diabetikers, und fand denselben nie sauer; diese Reaction trat erst nach einiger Zeit, bald nach 6, bald nach 30 und 40 Stunden ein, und zwar an der Luft nicht früher als im luftleeren Raume; nichts desto weniger beobachtete ich einige Entwicklung von Kohlensäure und Absorption von Sauerstoff; es scheint also hier wie bei der weinigen Gährung nur wenig Sauerstoff nothwendig zu sein, um den Process einzuleiten; er geht dann im luftleeren Raume von selbst fort, tritt aber bei völliger Abwesenheit an Sauerstoff, wie in der Harnblase, nicht ein; auch bemerkte ich, dass durch gelindes Erwärmen des Harns die Säurebildung beschleunigt wurde. Directe Versuche lehrten mich, dass die gebildete Säure in der That nichts als Milchsäure sei. Bei einigen Versuchen über die allmählige Milchsäurebildung in solchem Harn fand ich, dass 100 gr. desselben nach 3 Tagen 0,093, nach 4 T. 0,173, nach 5 T. 0,281, nach 6 T. 0,412, nach 7 T. 0,498, nach 8 T. 0,609 gr. Milchsäure erzeugt hatten.

Nutzen. Wiewohl schon aus dem Vorkommen der Milchsäure sowohl als aus den zuletzt angeführten Thatsachen zum Theil hervorgeht, dass diese Säure ein Zersetzungsproduct gewisser Stoffe im thierischen Körper sein mag; so sehen wir doch auch hier, wie so häufig, die Natur die Zersetzungsproducte oder Nebenproducte, welche sich bei der Stoffmetamorphose im thierischen Körper bilden, noch zu besondern, oft höchst wichtigen Zwecken anwenden. Die Milchsäure darf aber weder ihres Vorkommens wegen, noch ihrer wahrscheinlichen Entstehung halber zu den reinen Excretionsproducten gerechnet werden, denn die Natur benutzt sie, in so weit wir bis jetzt das Geheimniss des Chemismus im thierischen Körper durchdringen können, noch zu wichtigen Zwecken.

So wie wir uns bei unsern chemischen Operationen als Lösungsmittel hauptsächlich der stärkern Säuren bedienen, so wird von der Natur eine sehr starke Säure, die Milchsäure, in gleicher Absicht verwendet. Schon *Berzelius* machte es wahrscheinlich, und *Gay Lussac* bewiess durch directen Versuch, dass die Milchsäure ein besondres Lösungsvermögen für Knochenerde besitze; wir erhalten dadurch die Gewissheit, dass die Milchsäure es sei, welche die grosse Menge phosphorsauren Kalks, wie er oft in thierischen Flüssigkeiten vorzukommen pflegt, durch die freie Milchsäure in Lösung erhalten werde, und können uns leicht erklären, wie solche Quantitäten Knochenerde in den Knochen und

krankhaften Concrementen abgelagert werden können. Es ist gewiss, dass die Milchsäure dem phosphorsauren Kalk der thierischen Organismen hauptsächlich als Transportmittel diene. Bei Abnahme der Milchsäure im Harn sehen wir Sedimente entstehen, welche die erdigen Theile des Harns enthalten; die freiwilligen Sedimente des Harns in Krankheiten bestehen nur dann aus phosphorsaurer Kalk- und Talkerde, wenn derselbe keine freie Milchsäure oder nur wenig enthält, vorzüglich beobachten wir diess in Nervenfiebern oder in den Colliquationsperioden der auszehrenden Krankheiten; im Harne Diabetischer entstehen meist nur schleimige Sedimente, die neben dem Schleime etwas Knochenerde enthalten; zuweilen scheidet solcher Harn auch ein pulveriges Sediment ab, welches, wie ich dreimal beobachtete, nur aus phosphorsaurer Talkerde bestand. Es ist also nicht zu bezweifeln, dass der Harn durch seine freie Milchsäure jene Erden aufgelöst erhält. Eben so mag nun auch in andern sauren thierischen Flüssigkeiten die Natur durch die Milchsäure jene Erden auflösen und dann hie und da durch Sättigung jener Säure an einzelnen Stellen ablagern, oder mit gewissen organischen Materien, wie mit den proteinhaltigen und leimgebenden, verbinden.

Allein nicht blos zur Auflösung genannter Mineralsubstanzen scheint die Natur jene Säure zu benutzen, sondern auch, neue organische Stoffe durch Auflösung zur Umwandlung und Verarbeitung tauglicher zu machen; *Cap* und *Henry* machten darauf aufmerksam, dass viele Concremente, z. B. der Weinstein der Zähne sehr leicht von Milchsäure aufgelöst werden; wir erinnern nur daran, dass die Proteinverbindungen, die wichtigste Classe der Thierkörper, von Milchsäure eben so leicht als von Essigsäure aufgelöst werden. Bekannt ist es auch, wie hartnäckig viele thierische Substanzen der Milchsäure anhängen; nur äusserst schwer lässt sie sich von manchen Extractivstoffen trennen. *Die Milchsäure ist* demnach *das allgemeinste Lösungsmittel im thierischen Organismus.* Die Auflösung geschieht aber nur, um jene Stoffe zur chemischen Action geschickter, zur Veränderung und Umwandlung tauglicher zu machen; die Milchsäure erscheint daher als *das wichtigste Hülfsmittel der thierischen Stoffmetamorphose.* Im Magensafte, dessen Lösungskraft jetzt ausser Zweifel gesetzt ist, sehen wir neben Salzsäure freie Milchsäure, in den Säften des

Dünndarms die Milchsäure allein als Extractions- und Lösungsmittel auftreten; ja gerade dort glauben wir wahrzunehmen, dass sie einzelne Stoffe nicht blos auflöst, sondern sie zugleich, sich mit ihnen verbindend, umwandelt und den Assimilationsprocess vorbereitet.

Ursprung. Werfen wir nun noch einen Blick auf die Entstehung der Milchsäure im thierischen Körper, so bedarf es kaum des Beweises, dass die Milchsäure sich in Folge der Zersetzungen der unbrauchbar gewordenen Materien des Körpers bildet; die Erfahrung *Fremy's*, wonach allerlei thierische Häute zuckerartige Substanzen in Milchsäure verwandeln, zeigt recht deutlich, dass, indem diese Häute anfangen, eine chemische Veränderung durch die Temperatur von + 40° C. zu erleiden, auch in den Geweben des thierischen Körpers, in welchen ein immerwährender Stoffwechsel statt findet, gerade durch diesen Wechsel andre Substanzen zur Milchsäurebildung disponirt werden; die oben angeführten von *Berzelius* sowohl als von mir gemachten Beobachtungen über den Milchsäuregehalt der Muskeln und des Harns dienen dieser Ansicht zur vollsten Bestätigung; vermehrte Anstrengung einzelner Organe bedingt regern Stoffwechsel, und dieser vermehrte Bildung von Zersetzungs- und Excretionsproducten, und hauptsächlich auch von Milchsäure. Es scheint nun aber nach *Fremy's* Erfahrungen, so wie den oben angeführten Beobachtungen über die Bildung der Milchsäure, als ob dieselbe sich nur aus vegetabilischen oder wenigstens stickstofffreien organischen Substanzen erzeugen könne; auch ist es mir nicht gelungen, durch thierische Häute aus stickstoffhaltigen Materien Milchsäure herzustellen; allein im thierischen Körper muss sich auch aus den stickstoffhaltigen Körpern, durch deren Vermittlung doch nur die Milchsäurebildung geschieht, Milchsäure entwickeln können; wenigstens scheint diess aus den mitgetheilten Beobachtungen hervorzugehen, dass bei animalischer Kost der Gehalt des Urins an Milchsäure zunimmt, bei vegetabilischer dagegen sehr vermindert wird; auch finden wir ja den Harn pflanzenfressender Thiere alkalisch, während der der fleischfressenden sehr reich als freier Milchsäure ist; alkalisch reagirt der Harn, wenn die albuminösen Theile, wie in abzehrenden Krankheiten, unzersetzt durch die Nieren hindurchgehen, sehr sauer dagegen, wenn die Natur, wie während der Kri-

sen in acuten Krankheiten, noch im Stande gewesen ist, auf normalem Wege die durch Krankheit veränderten Substanzen zu bewältigen und sie, in die gewöhnlichen Producte verwandelnd, auf normalem Wege auszuscheiden. Ist es also noch nicht gelungen, aus stickstoffhaltigen Materien Milchsäure zu erzeugen, so ist es darum nicht weniger gewiss, dass sie im thierischen Körper aus solchen mit gebildet wird.

Mitscherlich, Gmelin und Tiedemann[1]) sprechen in ihrer Abhandlung über das Blut die Meinung aus, dass die Milchsäure wo nicht ganz doch wenigstens grösstentheils in den Lungen selbst durch die unmittelbare Berührung mit Sauerstoff gebildet werde. Die bekannten Versuche von *Magnus* haben uns aber gelehrt, dass die Natur nicht erst eine Substanz, um sie mit Sauerstoff zu versorgen, in die Lungen zu führen braucht, sondern dass durch das arteriell gewordene Blut Sauerstoff in den Lungen genug aufgenommen worden ist, um in allen Theilen des Thierkörpers, bis zu welchen das Blut dringt, noch eine Oxydation dieser oder jener Substanz zu bewerkstelligen. Wir glauben aber, wie schon oft ausgesprochen, dass aller Stoffwechsel in den Haargefässen und in den einzelnen Organen selbst statt finde, daher dort auch die Milchsäure entstehen mag; ob aber durch Oxydation oder nicht: darüber lässt sich nichts entscheiden. Gerade die gewöhnlichen Bildungsarten der Milchsäure zeigen, dass kein Sauerstoff zur Bildung derselben nothwendig ist; im Zucker und Stärkmehl ist Wasserstoff und Sauerstoff in demselben Verhältnisse, wie im Wasser enthalten; ebenso in der Milchsäure, und also ist kein Sauerstoff zu deren Bildung nothwendig; sie entsteht durch einen Fäulnissprocess (s. S. 29) wie der Alkohol aus Zucker unter andern Verhältnissen; der Sauerstoffzutritt zur Milch, zum diabetischen Harne ist vielleicht nur erforderlich, um die Molecüle einer stickstoffhaltigen Substanz in Bewegung zu setzen, durch welche dann die Umwandlung des Zuckers in Milchsäure bedingt wird. Da nun aber, wie oben erwähnt, im thierischen Körper die Milchsäure aus stickstoffhaltigen Körpern erzeugt wird, diese aber meist zu wenig Sauerstoff enthalten, um neben stickstoffreichen Stoffen noch sauerstoffreiche, wie Milchsäure zu erzeugen, so ist es nicht

1) *Mitscherlich, Gmelin* und *Tiedemann*, Pogg. Ann. Bd. 31. S. 299.

unwahrscheinlich, dass die Milchsäure aus solchen Stoffen auch durch eine Oxydation, durch eine Verwesung entstehen kann. Man wird gewiss noch die Bedingungen auffinden, unter welchen auch aus stickstoffhaltigen Stoffen ausserhalb des Körpers Milchsäure erzeugt werden kann.

Trotz der hohen Wahrscheinlichkeit, dass auch aus stickstoffhaltigen Substanzen Milchsäure sich bei der thierischen Stoffmetamorphose erzeuge, können wir nicht umhin, den schon oben unter dem Artikel: *Chemismus im Thierkörper* ausgesprochenen Satz festzuhalten, dass alle stickstofffreien Nahrungsmittel, die nicht ohne weiteres wieder aus dem Organismus entfernt werden, schon in den ersten Wegen sich in Milchsäure umwandeln. Wir wiederholen hier nur, dass alle Versuche und Beobachtungen die Umwandlung von Stärkmehl, Gummi, Zucker in Milchsäure im Magen darthun, und dass man andrerseits keine Substanz im Thierkörper findet, welche wenigstens nur wahrscheinlicher Weise aus einem solchen stickstofffreien Körper gebildet wurde. Im Bezug hierauf heben wir nochmals hervor, dass die Milchsäure einer der wichtigsten Factoren in der thierischen Oekonomie ist; die Milchsäure ist es, welche hauptsächlich allen chemischen Processen im Thierkörper mit vorsteht, die bald durch ihr Freiwerden, bald durch ihre Vereinigung mit andern Körpern alle thierischen Processe regelt, und vorzugsweise das in dem Obigen hervorgehobene Compensationsvermögen der Lebensbewegung mit bedingt. Wenn aber die Milchsäure wirklich so wichtigen Zwecken dient, so wird es vielleicht weniger schwer, uns von der ererbten Meinung zu trennen, dass Stärkmehl, Zucker u. s. w. Nahrungsstoffe seien, aus denen die Gewebe des Organismus gebildet, oder durch welche dem Körper die durch Krankheiten verlorne Fülle u. s. w. wiedergegeben werden könne. Man vergl. übrigens noch den Artikel: *Milchzucker*.

Ausscheidungsstoffe.

In dem Obigen ist bereits ausgesprochen worden, welchen Begriff wir mit dem Ausdrucke: *Ausscheidungsstoffe* verbinden. Wir theilen dieselben ein in solche, die noch in der thierischen Oekonomie zu bestimmten Zwecken verwendet werden, und deshalb zum Bestehen des Organismus durchaus nothwendig sind, nämlich *Speichelstoff*, *Pepsin*, *Bilin*, *Gallenfarbstoff*, *Milchzucker*, *Melanin*, und in solche, die, völlig untauglich zur weitern Benutzung bei der thierischen Stoffmetamorphose, aus dem Körper an die anorganische Natur abgegeben werden müssen, um nicht die grössten Störungen in der ganzen Lebensbewegung hervorzubringen. Wir bemerken aber, dass sich auch hier nicht ganz scharfe Grenzlinien ziehen lassen. Es sei erlaubt, die erste Classe dieser Körper *secernirte* die zweite *excernirte* zu nennen.

Secernirte Stoffe.

Speichelstoff. Ptyalin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper stellt getrocknet eine farblose, durchscheinende, brüchige Masse dar, ohne Geruch und von fadem Geschmacke, löst sich in Wasser zu einer schleimigen Flüssigkeit, ist unlöslich in Alkohol und Aether, ohne Reaction auf Pflanzenfarben; aus der wässrigen Lösung wird dieser Körper durch Alkohol gefällt, aber nicht durch Mineralsäuren, noch durch Metallsalze, noch durch Essigsäure oder Gerbsäure; concentrirte Salzsäure löst diesen Stoff auf, färbt sich aber selbst nach längerer Zeit nicht blau oder braun; beim Erhitzen bräunt sich der Speichelstoff bald, bläht sich auf, entwickelt ammoniakalische Producte, lässt sich aber nicht entzünden; beim vollkommnen Verbrennen hinterlässt er immer eine alkalische Asche.

Darstellung. Frischer Speichel (auch der von Mercurialsalivirenden kann benutzt werden) ist mit etwas Essigsäure zu neutralisiren und dann ohne Weiteres im Wasserbade abzudampfen; der Rückstand werde erst mit Alkohol, dann mit Spiritus ausgezogen; der mit einer Proteinverbindung ungelöst gebliebene Speichelstoff wird in reinem Wasser gelöst, mit Chlorcalcium und Ammoniak zur Fällung der Phosphorsäure und Schwefelsäure versetzt; dann die Lösung mit Salzsäure neutralisirt, abgedampft und mit Alkohol das Chlorcalcium und die Alkalichloride ausgezogen; der Speichelstoff hinterlässt, auf diese Weise dargestellt, nur Spuren alkalischer Asche beim Verbrennen.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Der Speichelstoff ist im Speichel nur in geringer Menge gefunden worden, schon deshalb, weil der Speichel überhaupt eine höchst verdünnte Flüssigkeit ist; *Berzelius*[1]) fand im menschlichen Speichel 0,29 $\frac{0}{0}$ Ptyalin. Man giebt nun zwar vor, diesen Stoff in fast allen thierischen Flüssigkeiten gefunden zu haben, indem man jeden in Wasser löslichen und in Alkohol unlöslichen Stoff für identisch mit dem Ptyalin des Speichels ansieht: allein bei meinen Untersuchungen verschiedener Flüssigkeiten des Thierkörpers habe ich keinen Stoff gefunden, der vollkommen mit dem des Speichels übereinstimmte; durch ein vorschnelles Zusammenwerfen ähnlicher Stoffe kann dem Fortschritte der Wissenschaft nur geschadet werden; trennt man die in einzelnen Flüssigkeiten gefundenen Extractivstoffe, so kann die Menge der einzelnen Thatsachen wohl verwirren, aber nie wahrhaft schaden; es ist erst noch zu erweisen, dass das Wasserextract des Speichels identisch ist mit dem Wasserextracte des Harns u. s. w.

Nutzen. Fragen wir nach dem Nutzen des Ptyalins im Speichel, so wird die Beantwortung immer höchst precär bleiben, sind doch die Physiologen über den Zweck des Speichels bei der Verdauung noch nicht ganz im Reinen. Da der Speichel nur so äusserst wenig fester organischer Bestandtheile enthält, so glaubten viele, wie *Berzelius*, dass der Speichel nur als Einweichungsmittel der Speisen diene: allein die von *Leuchs*[2]) gemachte und von *Schwann*[3]) bestätigte Beobachtung, dass der Speichel allein schon Stärkekleister in Krümelzucker umzuwandeln vermöge, deutet doch noch auf eine andere als rein mechanische Funktion des Speichels hin. Nur möchten und können wir gerade diese Kraft des Speichels nicht dem in ihm enthaltenen Ptyalin zuschreiben; denn abgesehen von den theoretischen Gründen lehrte uns der directe Versuch, dass auf eben angegebene Weise dargestell-

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 219.
2) *Leuchs*, Kastner's Archiv 1831.
3) *Schwann*, Pogg. Ann. Bd. 38. S. 358.

tes Ptyalin mit Wasser angerührten Stärkekleister bei einer Temperatur von 30°C. in keiner Weise veränderte, während reiner Speichel nach Verlauf von 36 Stunden eine erhebliche Menge Stärkmehl aufgelöst und zum Theil in Zucker verwandelt hatte.

Fz. Simon[1]) hat im Speichel eines an Ocaena leidenden Pferdes eine Proteinverbindung gefunden, die er dem Casein vergleicht. Eine ähnliche Proteinverbindung findet sich auch im menschlichen Speichel; sie ist besonders leicht aus dem Speichel Salivirender darzustellen. Es ist bekannt, dass, wenn man Speichel filtrirt, der nicht mit Essigsäure neutralisirt worden ist, die filtrirte klare Flüssigkeit sich sehr bald wieder trübt und mit einem Häutchen bedeckt, was jedoch nicht der Fall ist, wenn der Speichel mit Essigsäure neutralisirt wurde. Jene sich ausscheidende Substanz ist eine für sich allmählig gerinnende Proteinverbindung, welche durch Zusatz von Essigsäure, theils präcipitirt, theils in Lösung erhalten wird. Dieser Körper lässt sich fast gar nicht von Schleim trennen; in geringerer Quantität erhielt ich jenen Stoff frei von Schleim, erkannte ihn aber aus seinem Verhalten gegen Salzsäure sowohl, als gegen Essigsäure und Kaliumeisencyanür als eine Proteinverbindung, in der ich freien Schwefel fand, Phosphor aber (vielleicht wegen der geringen Menge) nicht nachweisen konnte. Dass es dieser so wandelbare Stoff ist, der im Speichel wenigstens jene Umwandlung des Stärkmehls in Zucker bedingt, geht aus den leicht anzustellenden Versuchen hervor, dass nicht neutralisirter Speichel bei gehöriger Temperatur Stärkekleister sehr bald in Lösung bringt, der neutralisirte dagegen nicht. Wir finden also hierin einen neuen Beweis für die Ansicht, dass gerade der Act der Umwandlung und nicht die Substanz selbst es ist, was einen andern Körper zu einer Metamorphose disponirt. Wir müssen daher auch dem Speichel eine andre als rein mechanische Function bei dem Einspeicheln der Speisen vindiciren.

U r s p r u n g. Ueber den Ursprung des Ptyalins lässt sich nach unsern jetzigen Kenntnissen über diese Substanz nichts Erhebliches sagen, wir verweisen hierbei auf den Artikel: *Chemismus im Thierkörper*.

1) *Simon*, medic. Chem. Bd. 1. S. 79.

Pepsin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Das von *Wasmann* [1]) dargestellte Pepsin aus Schweinemagen bildet trocken eine gelbe, gummiartige, wenig hygroskopische Masse, die in feuchtem Zustande weiss und voluminös ist, sich leicht in Wasser löst, und stets etwas freie Säure zurückhält, so dass es immer Lackmus röthet; durch Alkohol wird es aus der wässrigen Lösung gefällt; Mineralsäuren trüben die Lösung des neutralisirten Pepsins (mikrolytisch, *Valentin*), lösen bei mehr Zusatz von Säure die Trübung wieder auf, und scheiden bei Ueberfluss von Säure das Pepsin wieder in Flocken aus (makrolytisch); Metallsalze fällen das Pepsin, indem sich ihre Basen damit verbinden und ein Theil der Säure zugleich mit haften bleibt; immer bleibt jedoch etwas Pepsin in Lösung; die angesäuerte Pepsinlösung wird aber nicht durch Blutlaugensalz gefällt.

Dieser Stoff zeichnet sich insbesondre durch die Eigenschaft aus, in wässriger Lösung, die selbst nur $\frac{1}{60000}$ davon enthält, bei schwacher Ansäuerung coagulirtes Eiweiss in 6 bis 8 Stunden aufzulösen. Diese Eigenschaft verliert das Pepsin nach *Wasmann* nicht durch Alkohol so wie *Schwann* von dem seinigen berichtete; wohl geht sie aber verloren, wenn die Lösung gekocht, oder mit Kali vorsichtig neutralisirt wird, in beiden Fällen färbt sich die Flüssigkeit. Merkwürdig ist, dass, wie *Wasmann* anführt, die durch Metallsalze entstandenen Niederschläge noch verdauende Kraft besitzen; es lässt sich diess nicht anders erklären, als dass hier, wie bei den Proteinverbindungen, sich zwei Stoffe bilden, von denen der eine, eine Verbindung von Pepsin mit der Base, vollkommen unlöslich ist, der andre, eine Verbindung des Pepsins mit der Säure, sich in einigem Grade auflöst und verdauende Kraft äussern kann.

1) *Wasmann*, de digestione nonnulla, diss. inaug. Berol. 1839.

Die Pepsinlösung geht ziemlich leicht in Fäulniss über, verliert aber erst nach ungefähr sechs Wochen ihre Verdauungskraft. Beim Erhitzen entwickelt das aus dem Bleisalze dargestellte Pepsin anfangs Essigsäure, bläht sich aber dann auf, giebt den Geruch nach verbranntem Horn und hinterlässt eine schwer einzuäschernde Kohle; die Asche reagirt alkalisch und enthält Natron, Kalk, Kohlensäure und Phosphorsäure mit Spuren von Eisen.

Darstellung. *Wasmann* hat folgenden Weg eingeschlagen, um ein reineres Pepsin zu gewinnen, als es früher von *Schwann*[1]) und andern erhalten worden war: die Drüsenhaut des Magens, welche sich hauptsächlich von der grossen Curvatur nach der Cardia hin erstreckt, wird sorgfältig abpräparirt und, ohne zerschnitten zu sein, gewaschen, dann mit destillirtem Wasser bei 30 bis 35° digerirt; nach einigen Stunden wird die abgeschäumte Flüssigkeit weggeschüttet, die Haut von Neuem mit kaltem Wasser abgewaschen, der Rückstand kalt mit ungefähr 6 Unzen destillirten Wassers digerirt und wiederholt ausgewaschen, bis sich ein fauliger Geruch zu zeigen anfängt. Die filtrirte Flüssigkeit ist durchsichtig, schleimig und ohne Reaction; dieselbe wird nun mit essigsaurem Bleioxyd oder Quecksilberchlorid gefällt, sorgfältig ausgesüsst und durch Schwefelwasserstoff wieder zersetzt; aus der wässrigen Lösung wird durch Alkohol das Pepsin in weissen Flocken gefällt, die nach dem Trocknen das oben beschriebene Pepsin darstellen.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Nachdem *Eberle*[2]) zuerst dargethan hatte, dass dem Magensafte die Fähigkeit inwohne, auch ausserhalb des Magens eigenthümliche Veränderungen der Speisen hervorzubringen, wurde die ältere, in neuerer Zeit nur von *C. G. Schulz* vertheidigte Ansicht, dass die Verdauung auf einem Zerfallen der Speisen durch Fermentation oder Oxydation beruhe, ziemlich allgemein verlassen, und auf die Versuche von *Reaumur*, *Spallan-*

1) *Schwann*, Pogg. Ann. Bd. 38. S. 358.

2) *Eberle*, Physiologie der Verdauung. Würzburg 1834.

zani, *Gosse*[1]), *Stevens*[2]), *Tiedemann* und *Gmelin* und *Beaumont*[3]) die Meinung begründet, dass der Magensaft wesentlich als reines Lösungsmittel wirke. Hierauf fussend suchte *Schwann* in einer ausführlichen Untersuchung nicht nur den die Lösung bedingenden Stoff selbst auszuscheiden, sondern auch den Ort seiner Entstehung in der Magenschleimhaut nachzuweisen. Fortgesetzte Versuche sind in dieser Hinsicht von *Pappenheim*[4]) und von *Wasmann*[5]) angestellt worden. *Wasmann* hat nun gezeigt, dass jene organische Substanz hauptsächlich ihren Sitz in den tiefer liegenden Zellen der vorerwähnten Drüsenhaut habe, welche von der grossen Curvatur an der vordern und hintern Wand nach der Cardia aufsteigt. Der durch diese Drüsenhaut gebildete Gürtel ist bei weitem dicker als andre Theile der Magenschleimhaut, von schmutzig rother Farbe, glatt und nur hie und da mit einigen Furchen versehn; eine Menge Blutgefässe durchdringen die Säulchen, welche keine Röhren, sondern Drüsenconglomerate sind; die Drüsen selbst bestehen aus Zellen, die völlig geschlossen sind und in keiner Weise unter einander communiciren; die Zellenwände werden durch ein besonderes Verbindungsgewebe zusammengehalten, welches bei den oberflächlicher liegenden Zellen fast verschwindet; die Oberfläche des ganzen Gewebes zeigt Grübchen, die zerrissenen und entleerten Zellen zu entsprechen scheinen. Die tiefer liegenden Zellen enthalten eine grumöse Materie (*Cytoblastema, Schwann*) und ein grösseres Körperchen (*Cytoblasta*); die oberflächlichen enthalten nur ein solches Körperchen als Kern. Diese Drüsenhaut unterscheidet sich selbst chemisch von andern Theilen der Magenschleimhaut, theils in sofern sie sich nämlich in sehr verdünnten Säuren sehr bald unter Zurücklassung nur weniger Flocken auflöst, während andre Theile der Schleimhaut darin nur erweichen und aufquellen; theils in sofern als sie die verdauende Kraft im höchsten Grade besitzt, so dass

1) *Spallanzani* und *Gosse*, Versuche über das Verdauungsgeschäft übers. v. Michaelis 1785.

2) *Stevens*, de aliment. concoct. Edinb. 1777.

3) *Beaumont*, Versuche über Magensaft und Physiol. der Verdauung. Leipzig 1834.

4) *Pappenheim*, zur Kenntniss der Verdauung. Breslau 1839.

5) *Wasmann*, a. a. O.

sie wochenlang mit Wasser extrahirt werden kann, ohne jene Kraft zu verlieren und gekochtes Eiweiss bereits in 1 bis 1½ Stunde auflöst. *Wasmann* glaubt aus seinen Versuchen schliessen zu müssen, dass jene Drüsenhaut, wo nicht die einzige, doch die hauptsächlichste Quelle des Verdaungsprincips sei. Da jedoch auch andre Schleimhäute, mit sehr verdünnter Säure versetzt, die Eigenschaft haben, Eiweiss und andre Substanzen aufzulösen, so dürfte die mit jener Kraft begabte Substanz wohl nicht allein in jenem Drüsengürtel vorkommen, zumal da ja *Wasmann* selbst zu der früher schon von *Tiedemann* und *Gmelin* angedeuteten Meinung kommt, dass die auflösende und verdauende Kraft des Magensaftes lediglich [1]) auf der freien Säure beruhe.

Nutzen. Der Zweck des Pepsins liegt auf der Hand; schreibt man ihm auch nicht die Fähigkeit zu, an und für sich die Nahrungsstoffe aufzulösen, so kann man doch nicht umhin, ihm die Eigenschaft beizumessen, dass er die durch freie Säure bedingte Auflösung der Stoffe ausserordentlich beschleunige; indessen werde ich im zweiten Theile dieses Werks darthun, dass die Lösungsproducte je nach der Dauer der Einwirkung und dem Verhältnisse von Pepsin zur Säure sehr verschieden sind. Fragen wir hier nur nach der Wirkungsweise des Pepsins als Lösungsmittel, so bietet uns die Chemie zwar Beispiele ähnlicher indifferenter, fester, organischer Substanzen, die im Stande sind, diesen oder jenen Körper umzuwandeln und aufzulösen, z. B. die Diastase, Synastase und die Weinhefe; aber keine von diesen Substanzen ist mit einer so allgemein umgestaltenden Kraft begabt, als das Pepsin. Wir glauben nur, dass auch hier, so wie wir es früher nach *Liebig* bei der Hefe angenommen und bei der Einwirkung des Speichels höchst wahrscheinlich gemacht haben, keineswegs in der Substanz selbst die umgestaltende Kraft liegt, sondern in dem Acte ihrer eignen Umwandlung. Aus der im Obigen nach *Wasmann* gegebenen Darstellung über die Structur der Drüsenhaut und die Bereitungsweise des Pepsins geht hervor, dass jene grumöse Materie, das *Cytoblastema*, entweder das Pepsin selbst ist oder dasselbe hergiebt. *Schwann* hat in seinen vortreff-

1) „*In solo acido*". *Wasmann* de digest. nonnulla p. 28.

lichen Untersuchungen über die Zellenbildung dargethan, dass jene amorphe Materie, das Cytoblastem, vor Bildung der Zellen vorhanden ist, dass sich in diesen Körnchen, Cytoblasta, zeigen, aus denen sich die Zellen gleich Blasen erheben; das Cytoblastema, welches zwischen den bereits gebildeten Zellen übrig bleibt, geht entweder in das Verbindungsgewebe über, oder bildet neue Zellen, oder wird beim Zerreissen der Mutterzelle mit den Cytoblastem und bereits gebildeten Zellen an die Oberfläche ausgestossen, *secernirt.*

Wir lernen also hier auch von anatomischer Seite jenen metamorphosirenden Stoff als einen in Umbildung begriffenen Körper kennen, gerade so wie es *Liebig* auf ganz anderm Wege rücksichtlich der Hefe dargethan hat. Wir haben in dem Obigen gezeigt, wie vieler Umgestaltungen die Proteinverbindungen fähig sind, ohne in ihrer chemischen Constitution wesentliche Veränderungen zu erleiden; wir haben eben erst im Speichel eine Proteinverbindung nachgewiesen, deren Uebergang aus einem Zustande in den andern den Stärkmehlkleister zwang, sich in Krümelzucker umzusetzen; wir haben endlich an dem Pepsin eine Menge Eigenschaften kennen gelernt, die in ihm eine Proteinverbindung vermuthen lassen, z. B. die Coagulirbarkeit durch Kochen, die Fällbarkeit durch kaustische Alkalien (gleich der Fibrinlösung nach *J. Müller*), die mikrolytischen und makrolytischen Niederschläge durch Säuren, das Verhalten gegen Metallsalze, und endlich die Violettfärbung der concentrirten Salzsäure; nur eine allerdings höchst wichtige Reaction unterscheidet es von den *gewöhnlichen* Proteinverbindungen, seine essigsaure Lösung wird nicht durch Blutlaugensalz gefällt; allein die Hornsubstanz ist auch dem Protein sehr ähnlich, wird durch Blutlaugensalz nur wenig gefällt, ist aber allen übrigen Eigenschaften nach, gleich dem Pepsin, dem Protein so nahe verwandt, wie das Pectin dem Stärkmehl, Gummi, Zucker und selbst der Holzfaser. *Peligot* hat uns in einer schönen Abhandlung mit den verschiedenartigen Umgestaltungen und Umwandlungen des Pectins bekannt gemacht; um wie viel mehr dürfen wir nicht bei dem weit complicirteren Protein Umgestaltungen und Umwandlungszustände annehmen, ohne dass bei allen diesen der Grundtypus des Proteins verloren geht.

Es ist nun wohl nach diesem allen keine zu kühne Behauptung, wenn wir das Cytoblastem jener Drüsenhaut, das Pepsin, als eine in Umgestaltung begriffene Proteinverbindung ansehen, durch deren Umwandlung andre mit ihr in Berührung kommende eiweissartige Körper zu einer ähnlichen Umgestaltung disponirt und so zunächst dieser Substanz angeähnlicht und zur Aufnahme in die thierische Säftemasse tauglich gemacht werden.

Die *Bauchspeicheldrüse* secernirt erwiesener Massen grosse Mengen von Proteinverbindungen; erst jüngst untersuchte ich Concremente aus dem *Ductus Wirsingianus*, die mit keinen der oben beschriebenen Proteinverbindungen völlig übereinstimmten; es war also wieder eine besondre Uebergangsstufe des Proteins, was sich hier sogar fest abgelagert fand: sollte hieraus nicht zu schliessen sein, dass von der Bauchspeicheldrüse dem Speisebrei eine neue Art Protein zugeführt werde, um das im Magen schon vorbereitete Protein der Speisen noch mehr anzuähnlichen, so zu assimiliren, dass es nun resorbirbar wird.

Wie Magensaft und pancreatischer Saft das Protein, so ähnlicht vielleicht die Galle das Fett an; wenigstens fanden *Tiedemann* und *Gmelin* den Chylus nach Unterbindung des Gallenganges klar, während die Trübung des gewöhnlichen Chylus meist von Fett herrührt.

Bilin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Das Bilin bildet eine gummiartige, blassgelbliche Masse, welche scharf getrocknet und gerieben, ein weisses Pulver giebt, ohne Geruch, von eigenthümlich süsslich bitterm Geschmack, der sich hauptsächlich auf der Zungenwurzel und im Schlunde kund giebt; in Wasser ist es in jedem Verhältnisse löslich, so wie auch in Alkohol, nicht aber in Aether; letzterer schlägt es sogar aus der alkoholischen Lösung nieder; auf Pflan-

zenfarben übt es keine Reaction aus; Lackmus wird erst nach längrer Zeit etwas davon geröthet. Ueber 100° erhitzt, fängt es an, sich stark aufzublähen, bräunt sich aber erst bei weit höherer Temperatur, entwickelt einen eigenthümlichen Geruch, der nichts hornähnliches hat, und verbrennt endlich mit hellleuchtender Flamme.

Die wässrige Lösung des Bilins wird weder durch organische, noch anorganische Säuren, noch durch Erd- oder Metallsalze verändert; auch Chlor bewirkt keine bemerkbare Reaction; nur ganz concentrirte Kalilösung scheidet eine ölartige, zähe Masse aus, eine Verbindung von Bilin mit Kali, die in reinem Wasser und in Alkohol löslich ist.

Vorzüglich zeichnet sich aber das Bilin selbst unter den meisten organischen Stoffen durch die Eigenschaft aus, sich sehr schnell zu zersetzen; schon beim blossen Verdunsten der wässrigen wie der alkoholischen Lösung im luftleeren Raume hinterlässt es eine Masse, die Lackmus röthet und mit Bleioxyd und basisch-essigsaurem Bleioxyd einen pflasterähnlichen Körper bildet; besonders wird die Metamorphose des Bilins durch Säuren in der Wärme beschleunigt; Mineralsäuren scheiden die Zersetzungsproducte aus, während die organischen letztre in Auflösung erhalten.

Zusammensetzung. Die chemische Constitution des Bilins ist bis jetzt noch nicht erforscht worden; es enthält Stickstoff wie aus seiner Eigenschaft, mit Alkalien erhitzt, Ammoniak zu entwickeln, deutlich hervorgeht. Auch fand ich im Bilin, welches nach verschiedenen Methoden dargestellt worden war, immer Spuren von Schwefel.

Metamorphosen. Digerirt man Bilin mit verdünnter *Salzsäure*, so scheidet sich sehr bald ein harzähnlicher Körper aus, der, da er etwas unzersetztes Bilin enthält, noch so lange mit Salzsäure digerirt werden muss, bis warmes Auswaschwasser nicht mehr von der Salzsäure getrübt wird. Bei dieser Zersetzung zerfällt das Bilin in fünf verschiedene Körper, nämlich in drei in Wasser unlösliche, welche *Berzelius*[1]) Fellinsäure, Cho-

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chemie. Bd. 9. S. 248 ff.

linsäure und Dyslysin genannt hat, und in 2 in Wasser lösliche, nämlich in das früher von *Gmelin* schon entdeckte Taurin und in Salmiak. Verdunstet man die wässrige Lösung, so bleibt ein Gemeng von beiden letztern Körpern zurück; man zieht den Salmiak leicht mit 84% Alkohol aus, und krystallisirt das Taurin in heissem Wasser um.

Das *Taurin*, $H^7 C^4 N O^{10}$, welches in grösster Menge unmittelbar aus der Galle nach Entfernung des Schleims durch anhaltendes Erhitzen mit Salzsäure erhalten werden kann, bildet farblose, regelmässig sechsseitige Prismen von 4- und 6seitiger Zuspitzung, ist hart, knirscht zwischen den Zähnen, schmeckt erfrischend, aber weder bitter noch salzig, löst sich in 15½ Theilen Wasser, leichter noch in heissem, aber sehr wenig in Alkohol, von Salpetersäure wird es ohne Zersetzung aufgelöst; es ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, und wird weder durch Säuren, selbst nicht durch Gerbsäure, noch durch Metallsalze, gefällt. Beim Erhitzen schmilzt es, bläht sich auf, und entwickelt neben essigsaurem Ammoniak sehr viel dickes, braunes Oel.

Der harzähnliche, in Wasser unlösliche Körper hinterlässt bei der Behandlung mit Alkohol das *Dyslysin* eine zusammengebackene, harzähnliche Substanz, die sich in kochendem Alkohol nur schwierig auflöst und beim Erkalten als erdiges Pulver niederfällt.

In der alkoholischen Lösung sind zwei harzähnliche Säuren, welche am besten durch Verdunsten der Lösung ihrer Ammoniaksalze getrennt werden; das eine Salz scheidet sich in Form einer weissen, seifenartigen Masse ab, das andre bleibt in Lösung und giebt nach dem Verdunsten eine gelbbräunliche, weiche, schmierige Substanz. Das erstre Salz mit Salzsäure zersetzt, scheidet aus der wässrigen Lösung die

Cholinsäure in weissen leichten Flocken ab, welche beim Trocknen eine braune, pulverisirbare Masse geben; die Säure schmilzt in heissem Wasser, löst sich aber nicht darin auf, leicht aber in Alkohol, weniger in Aether; nur die alkoholische Lösung dieser Säure verbindet sich mit Alkalien; ihr Barytsalz bäckt leicht zusammen. Wichtiger als diese Säure ist die, welche wir durch Zersetzung des in Alkohol löslichern Ammoniaksalzes mit Salzsäure erhalten, nämlich die

Fellinsäure, welche sich in schneeweissen Flocken abscheidet; beim Trocknen wird sie pulverisirbar; sie ist geruchlos, von bitterm Geschmack, schmilzt in heissem Wasser und löst sich theilweise darin auf; leicht löst sie sich in Alkohol, etwas schwerer in Aether; sie röthet Lackmus stark; über 100° schmilzt sie, und erstarrt beim Erkalten zu einer klaren durchscheinenden Masse; bei stärkerm Erhitzen bläht sie sich auf, entzündet sich und verbrennt mit leuchtender, russender Flamme. Ihre Alkalisalze sind in Wasser und Alkohol löslich, von gallenbitterm Geschmack, mit Erden und Metallsalzen geben sie pflasterartige Niederschläge. Vorzüglich bemerkenswerth ist von dieser Säure, dass sie sehr geneigt ist, sich mit unzersetztem Bilin zu einer eigenthümlichen Säure zu verbinden, nämlich der sogenannten

Bilifellinsäure, welche meist bereits in der frischen Galle enthalten ist und daraus, nachdem Schleim, Farbstoffe und andre Säuren durch Bleizucker entfernt worden sind, durch basischessigsaures Bleioxyd in Flocken gefällt wird, die bald zu einer weichen, zähen, pflasterähnlichen Masse zusammenbacken; wird das Bleisalz mit kohlensaurem Natron zerlegt, und das gebildete Natronsalz durch Schwefelsäure zersetzt, so entsteht eine sehr weiche, fast ölige, gelbliche Masse, welche mit kohlensaurem Bleioxyd von freier Schwefelsäure und durch Aether von freier Fellinsäure und Cholinsäure getrennt wird; man erhält dann diese Säure in Form einer dicken syrupartigen Flüssigkeit, von bitterm Geschmack, die sich in jedem Verhältnisse in Wasser löst. Digerirt man diese Säure mit Bleioxyd, oder versetzt sie mit basisch essigsaurem Bleioxyd, so schlägt sich von Neuem das pflasterähnliche, bilifellinsaure Bleioxyd nieder, nebenbei bleibt aber in der Flüssigkeit reines Bilin; demnach scheint das Bilin sich in mehr als einem Verhältnisse mit der Fellinsäure zu verbinden.

Wird das Bilin oder das Alkoholextract der Galle so lange mit *Aetzkali* gekocht, als sich noch Ammoniak entwickelt, so scheidet sich beim Eindampfen ein Klumpen aus, der in Wasser gelöst und mit Essigsäure versetzt, eine eigenthümliche Säure fallen lässt, nämlich die

Cholsäure, welche *Gmelin* früher für einen Bestandtheil der Galle gehalten hatte; dieselbe bildet feine, seidenglänzende Nadeln, ist geruchlos, schmeckt süsslich scharf; in kaltem Was-

ser ist sie wenig löslich, etwas mehr in heissem Wasser, leicht in Alkohol; sie röthet Lackmus stark; beim Erhitzen schmilzt sie, bräunt sich, bläht sich auf, und verbrennt entzündet mit leuchtender Flamme. Die cholsauren Salze sind meist in Wasser löslich und zeichnen sich durch ihren zuckersüssen Geschmack aus.

Ueber *Demarcay's* Cholein- und Choloidinsäure, so wie über die frühern Untersuchungen und Ansichten über die Galle wird im zweiten Theile dieses Werks gesprochen werden.

Darstellung des Bilins. *Berzelius* hat eine sehr umständliche Bereitungsweise des Bilins angegeben, welche zugleich eine Analyse der ganzen Galle darstellt und daher im zweiten Theile ausführlicher betrachtet werden soll. Das Bilin erhielt ich auf folgende Weise in grösster Menge: ganz frische Rindsgalle ward mit einigen Tropfen Essigsäure angesäuert und sogleich mit neutralem essigsauren Bleioxyd gefällt; darauf die in der Galle enthaltene Bilifellinsäure mit basisch essigsaurem Bleioxyd in Form jener pflasterartigen Masse präcipitirt, und die abfiltrirte Flüssigkeit, in der ich gewöhnlich noch etwas Bilifulvin fand, mit überschüssigem, kohlensaurem Natron versetzt; der Niederschlag ward dann mit absolutem Alkohol extrahirt und aus dieser Lösung das Alkali vorsichtig mit verdünnter Schwefelsäure gefällt; die alkoholische Lösung zur Trockenheit verdampft, liefert das Bilin.

Sehr reines Bilin erhält man auch, wenn, wie oben erwähnt, das bilifellinsaure Bleioxyd mit kohlensaurem Natron zerlegt und aus dem Natronsalze die Säure durch Schwefelsäure ausgeschieden wird; digerirt man die abgesonderte Säure mit Bleioxyd, so fallen die harzigen Säuren nieder, und Bilin bleibt rein in Lösung.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Bilin ist erst in neuester Zeit von *Berzelius* in der Galle als Hauptbestandtheil derselben entdeckt worden; nachdem man früher die Galle bald als eine Seife, bald als ein Gemeng einer Anzahl verschiedenartiger Stoffe angesehen hatte. Auch die Bilifellinsäure findet sich bereits gebildet, wenigstens in der Galle der Gallenblase vor. Begreiflicher Weise ist über das Vorkommen des Bilins an andern Orten des Thierkörpers

nur noch wenig bekannt geworden; es liess sich erwarten, dass im Icterus, wo wir den Farbstoff der Galle in so vielen Theilen des Thierkörpers finden und die Lymphgefässe sich nach *Tiedemann's* Zeugnisse mit Galle füllen, auch Spuren von Bilin oder Bilifellinsäure im Blute oder Urin nachzuweisen seien; indessen habe ich im Blute zweier Icterischer keine Spur von Bilin oder Bilifellinsäure finden können; dagegen liess sich im Urine beider Individuen Bilifellinsäure nachweisen.

Nutzen. Ist das Bilin mit der Bilifellinsäure der Hauptbestandtheil der Galle, so liegt es auf der Hand, dass dem Bilin derselbe Zweck zugeschrieben werden muss, dem man im Allgemeinen der Galle ertheilt. Bekanntlich sind über diesen Punkt die Physiologen noch keineswegs einig; einige halten sie für das wesentlichste Mittel der Chylification, so dass *Prout* selbst glaubte, durch Vermittlung der Galle würde aus den Nahrungsmitteln Eiweiss erzeugt; andre dagegen und zwar hauptsächlich *Tiedemann* und *Gmelin* läugnen fast allen Einfluss der Galle auf die Verdauung und betrachten sie als reines Excretionsproduct. Wir würden nicht wagen über diesen höchst wichtigen Gegenstand der Physiologie eine Meinung aufzustellen, wenn nicht viele berühmte Lehrer der Physiologie dieselbe Ansicht hegten, und wir nicht von chemischer Seite einige Beweise für dieselbe anführen zu können glaubten. Dass die *Prout*'sche Ansicht ganz zu verwerfen sei, geht aus den classischen Untersuchungen *Tiedemann's* und *Gmelin's* und aus unsrer im Obigen ausgesprochenen Ansicht über den Ursprung der Proteinverbindungen hervor. Dass aber aus jenen Untersuchungen *Gmelin's* und *Tiedemann's* im Gegentheil nicht geschlossen werden dürfe, die Galle sei ohne allen Einfluss auf die Chylification, haben *Joh. Müller*, *Berzelius* u. A. gnügend dargethan. *Joh. Müller*, *Carus* und andre Physiologen sind der Ansicht, dass mit der Ausscheidung der Galle zugleich zwei Zwecke erfüllt würden, sowohl der der Reinigung des Bluts als der der Chylification.

Wir haben in dem Obigen besonders rücksichtlich des Fetts darzuthun versucht, dass die Leber das natürliche Ausscheidungsorgan für das überflüssig im Körper angehäufte Fett sei, können uns aber nicht mit der Ansicht befreunden, dass die Leber das Hauptausscheidungsorgan für Kohlenstoff sei, da von Elementar-

ausscheidungen im thierischen Körper nach der in der allgemeinen Einleitung ausgesprochenen Ansicht durchaus nicht die Rede sein kann. Auf der andern Seite scheint uns aber gerade die Natur des Bilins und der Galle überhaupt einen Beweis zu liefern, dass die Leber nicht blosses Ausscheidungsorgan sei. Wir haben das Bilin als einen zur Zersetzung so geneigten Körper kennen gelernt, dass sich dasselbe schon in der Gallenblase zu zersetzen anfängt. Wir glauben nun, dass dieser Stoff, der so leicht und zwar nach vielfachen Richtungen hin sich zersetzt, dessen Molecüle so sehr geneigt sind, ihren chemischen Schwerpunkt zu verlieren und in eine chemische Bewegung zu gerathen, ganz besonders geeignet sei, die Chylification zu befördern; dieser Stoff gelangt also in den Zwölffingerdarm, nicht um denselben zu regerer peristaltischer Bewegung zu reizen, denn die heterogenen Nahrungsmittel reizen ihn selbst wohl genug, sondern um die Elemente der Nahrungsstoffe zu einer solchen Bewegung zu disponiren, dass sie in ihrem physischen Verhalten sich nun ebenfalls mehr den Thierstoffen anähnlichen; wie im Magen mehr der Act der Umwandlung als das umwandelnde Princip, das Pepsin, es ist, was die Magenverdauung bedingt, so ist es weder das Bilin an sich, noch seine Zersetzungsproducte, welche auf den Speisebrei wirken, sondern die Zersetzungsbewegung, welche so leicht bei dem höchst labilen Gleichgewichte seiner Molecüle eingeleitet wird; ist ja doch eben darum die Galle nach *Quevenne*[1]) ein so gutes Gährungsmittel. Diese durch die Zersetzung des Bilins nur frisch angeregte Umlegung und Bewegung der Atome setzt sich dann noch in den Vasis und Glandulis chyliferis, wo neue Stoffe mit den zugeführten gemengt werden, so lange fort, bis die aufgenommene, nicht zersetzte, sondern nur umgeformte Pflanzensubstanz so ähnlich geworden ist, dass sie nun als thierischer Stoff in das Blut aufgenommen werden kann. Deshalb finden wir nun auch die Hauptbestandtheile umgewandelter Galle in den Excrementen, vermissen jedoch auch einige von den gewöhnlichen Zersetzungsproducten; doch diess letztre würde durchaus nichts für die theilweise Resorption einzelner Zersetzungsproducte der Galle von dem Darmkanale beweisen;

1) *Quevenne*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 14. H. 8.

denn Taurin, Cholsäure u. s. w. brauchen durchaus nicht auch im Darmkanale sich aus dem Bilin zu bilden, da sie sich ausserhalb desselben bilden *können;* allein *Liebig* hat früher darauf aufmerksam gemacht, dass die Excremente der fleischfressenden Thiere kaum Spuren von Stickstoff enthalten; dieselbe Beobachtung habe ich besonders an mehrern Diabetikern, deren übrigens gallenfarbige Stühle kaum Spuren von Stickstoff entdecken liessen, und an mir selbst gemacht, als ich mehrere Wochen hintereinander nur von Vegetabilien lebte.

Im letztern Falle verbrannte ich am 15ten und am 20sten Tage solcher Kost die Excremente mit Kupferoxyd, erhielt aber so wenig Stickstoffgas, dass die phosphorsaure Magnesia nicht einmal mit Ammoniak verbunden gewesen sein konnte, und nur zu verwundern war, dass der Schleim nicht mehr Stickstoffgas hergab.

Die Galle ist nun aber, so wie das Bilin insbesondre, keineswegs arm an Stickstoff, wo sollte aber dieser Stickstoff hingekommen sein, wenn man nicht annähme, dass stickstoffhaltige Zersetzungsproducte der Galle wieder vom Organismus aufgenommen worden wären?

Ursprung. Nach dem jetzigen Standpunkte unsrer Kenntnisse über den Process der Secretion müssen wir annehmen, dass das Bilin in der Leber selbst erst gebildet werde; wir haben unter dem Artikel *Fett* gezeigt, dass durch die Pfortader der Leber ein Blut zugeführt werde, welches bereits sich wesentlich von anderm venösen Blute unterscheidet, und dass somit der Leber bereits in Umwandlung begriffene Stoffe zugeführt werden, wir glauben aber nicht das Bilin selbst. Nur die Atomengruppen, durch deren Umwandlung und Umsetzung das Bilin in der Leber gebildet wird, finden sich bereits im Blute vor, wie sich wenigstens aus dem neuerlich auch von *Fz. Simon* beobachteten Vorkommen von Bilifellinsäure im Blute schliessen lässt. Abgesehen davon, dass das Bilin im Blute sich als solches, wie directe Versuche mich lehrten, nicht bestehen kann, so ist ja von den Physiologen constatirt worden, dass die Leber in Ermangelung des Zuflusses von Pfortaderblut aus dem arteriellen Blute der Leberschlagader wenigstens Galle bereiten *kann.* Im arteriellen Blute dürfte nun wohl schwerlich bereits gebildetes Bilin anzunehmen sein. Dagegen ist es mir durch einige Beobachtungen geglückt, *Berzelius* Muthmas-

sung, dass ursprünglich von der Galle nur Bilin und nicht jene harzartigen Säuren abgesondert würden, mit einiger Bestimmtheit nachzuweisen; ich fand nämlich, dass in ganz frisch secernirter Rindsgalle, so wie in frischer Hirschgalle wenig oder keine Bilifellinsäure enthalten sei.

Eine fistulös gewordene Stichwunde einer Kuh in der Lebergegend lieferte mir eine ganz frisch secernirte Galle; sie wurde mittelst einer in die Fistel eingebrachten Canüle aufgesammelt, zu jeder Stunde traten aus der Canüle in kleinen Zwischenräumen Tropfen einer dünnflüssigen, blassgelben Galle hervor; dieselbe ward in Alkohol von 93 $\frac{0}{0}$ aufgefangen, dann die filtrirte Flüssigkeit abgedunstet, der Rückstand in Wasser gelöst und mit Bleizuckerlösung gefällt, aus der filtrirten Flüssigkeit gab basisch essigsaures Bleioxyd anfangs nur eine unbedeutende Trübung; liess ich jedoch die wässrige Lösung nur eine Stunde an der Luft stehen, so schied der Bleiessig sogleich die oft genannte pflasterartige Verbindung aus; schwefelsaures Kupferoxyd bewirkte in der wässrigen Lösung des Alkoholextracts nur einen geringen schmutzig grauen Niederschlag.

Ein so eben erlegter Hirsch ward sogleich ausgeweidet, der Gallengang blosgelegt und unterbunden, und darauf die Galle aus der ausgeschnittenen Leber ausgepresst und unmittelbar in Alkohol geschüttet; das alkoholische Extract dieser Hirschgalle zeigte gegen die genannten Reagentien dasselbe Verhalten, wie die frische Rindsgalle.

Gallenfarbstoff.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Stoff erscheint als rothbraunes Pulver oder als feste, nicht krystallinische Masse, ohne Geschmack und Geruch, löst sich weder in Wasser noch in Aether, wenig in Alkohol, der dadurch gelb gefärbt wird; in Aetzkali löst er sich leichter noch als in Ammoniak auf; die hierdurch erhaltenen hellgelben Lösungen werden an der Luft grünlichbraun.

Characteristisch sind die Farbenveränderungen, welche die Lösungen dieses Stoffs durch *Salpetersäure* erleiden; die gelbe

Flüssigkeit wird nämlich bei allmähligem Zusatz der Säure anfangs grün, dann blau (welches jedoch kaum bemerkbar ist, seines schnellen Uebergangs wegen in Violett) und roth; nach längerer Zeit geht die rothe Farbe wieder in eine gelbe über; dabei ist jedoch der Gallenfarbstoff völlig verändert. Durch *Salzsäure* wird derselbe aus der Kalilösung grün gefällt, dieser Niederschlag löst sich in Salpetersäure mit rother, in Alkalien mit grüner Farbe auf. Der in frischer Galle enthaltene Farbstoff wird durch Säuren grün gefärbt; *Gmelin* fand, dass diese Färbung ohne Sauerstoffzutritt nicht statt finde; es ist daher höchst wahrscheinlich, dass die meisten jener Farbenveränderungen auf einer allmähligen Oxydation beruhen. Chlorgas wirkt auf dieses Pigment gleich der Salpetersäure, nur etwas schneller; grössre Mengen von Chlor bleichen den Farbstoff vollkommen und schlagen weisse Flocken nieder.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die in neuerer Zeit von *Berzelius* in der Rindsgalle gefundenen beiden Farbstoffe, das Biliverdin und Bilifulvin, nur Modificationen des oben beschriebenen Gallenfarbstoffs oder überhaupt eines einzigen Stoffs sind, der an Wandelbarkeit seinem Begleiter, dem *Bilin*, nichts nachgiebt.

Das Biliverdin, von *Berzelius* durch Chlorbaryum aus der alkoholischen Lösung getrockneter Galle präcipitirt und durch Salzsäure vom Baryt getrennt, giebt mit Alkohol eine grüne Lösung, die beim Verdunsten eine als dunkelgrünen Ueberzug sich abscheidende Substanz hinterlässt.

Dieser Stoff ist ohne Geruch und Geschmack, unlöslich in Wasser, in Alkohol wenig, in Aether mit rother Farbe löslich; Fette, Alkalien, Salzsäure und Schwefelsäure lösen ihn mit grüner Farbe, Essigsäure mit rother Farbe auf. Beim Erhitzen wird dieser Körper ohne zu schmelzen und ohne Ammoniak zu entwickeln unter Zurücklassung weniger Kohle zersetzt. *Berzelius* hat diesen Stoff als völlig identisch mit dem Chlorophyll der Blätter erkannt und auch alle 3 Modificationen des Chlorophylls in verschiedenen Gallen gefunden.

Aus der Alkohollösung der Galle, welche durch Chlorbaryum vom Biliverdin getrennt worden war, erhielt *Berzelius* durch Barytwasser noch einen Niederschlag, der aus Biliverdinbaryt und einer andern Barytverbindung bestand; der Niederschlag mit Wasser ge-

waschen schwindet grösstentheils, beim Filtriren bleibt nur etwas Bilinverdinbaryt auf dem Filter. Die Lösung giebt mit Bleizucker einen graugrünen Niederschlag, der sich allmählig rothgelb färbt; dieser Niederschlag durch Schwefelwasserstoff zersetzt, liefert einen in Alkohol löslichen, in kleinen rothgelben Krystallen anschiessenden Stoff, den *Berzelius* Bilifulvin genannt hat.

Darstellung. Den Gallenfarbstoff gewinnt man am besten aus den ihn enthaltenden Gallensteinen, wenn dieselben mit Wasser und Aether extrahirt werden; der fragliche Körper bleibt dann ziemlich rein zurück.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Der Gallenfarbstoff findet sich in frischer Galle gewöhnlich aufgelöst vor, doch oft auch nur aufgeschlemmt; häufig bildet er die Kerne zu Gallensteinen; zuweilen findet man auch ästige, knotige Concremente in der Gallenblase und den Gallengängen, die fast nur aus Gallenfarbstoff bestehen. Diesen Gallenfarbstoff hat man nicht blos in der Galle des Menschen und der Rinder gefunden, sondern auch in der andrer fleisch- und pflanzenfressender Thiere, jedoch in den verschiedensten Modificationen, wie schon die verschiedene Färbung der Galle nicht nur verschiedener Genera, sondern selbst verschiedener Individuen derselben Species lehrt; so ist die Hundegalle gelbbraun, die Rindsgalle bräunlich grün, die Galle der Vögel, Fische und Amphibien meist smaragdgrün; indessen scheinen diess doch nur Modificationen eines und desselben Farbstoffs zu sein, da alle diese verschiedenen Arten von Galle mit Salpetersäure die oben erwähnten Reactionen geben.

Dass der Gallenfarbstoff sich längs des ganzen Darmkanals vorfindet, geht theils aus der Farbe der Excremente hervor, theils auch aus dem, was schon im Allgemeinen über die Gallenausscheidung unter dem Artikel: *Bilin* gesagt worden ist. Der Gallenfarbstoff fehlt in den Excrementen nur in den Krankheiten, wo die Ausführung der Galle aus den Gallengängen gehindert ist, nicht aber in jeder Art von Gelbsucht oder Polycholie; denn im Icterus der Neugebornen finden wir die Excremente nicht nur nicht weiss,

ja nicht einmal wie gewöhnlich gelb, sondern grasgrün, wie nach dem Genusse des Calomels.

Wir finden endlich den Gallenfarbstoff auch in andern Theilen des thierischen Organismus in Krankheiten, wo die Ausführung der Galle aus den Gallengängen verhindert, oder wenn bei nicht ausreichender Thätigkeit der Leber die durch diese auszuscheidenden Stoffe nicht in hinlänglicher Menge abgesondert und dem Darmkanale zugeführt werden; der erstre Fall findet im *Icterus* statt, sei derselbe inflammatorius, spasmodicus, cysticus oder eine andre Art; mangelhafte Absonderung der Galle führt dagegen mehr den Krankheitszustand herbei, welcher von den Aerzten mit dem Namen der *Polycholie* belegt wird; letztre wird meist von einer vermehrten Thätigkeit der Leber hergeleitet, allein wir werden weiter unten noch genauer zu beweisen uns bemühen, dass die Leber bei der Polycholie nicht im Stande ist, alle im Blute angehäuften und durch sie excernirbaren Stoffe auszuscheiden, und daher, wie beim Icterus neonatorum, der icterische Habitus zu leiten ist. Die Gegenwart des Gallenfarbstoffs in andern thierischen Theilen als der Leber und dem Darmkanale erkennt man leicht an der gelben Färbung der festen und flüssigen Theile, die in höhern Graden von Icterus auf der Haut ins Bräunliche, ja ins Grünliche und Schwarzgrünliche übergehen kann. Am leichtesten lagert sich jener Farbstoff in den Flüssigkeiten der serösen Häute, insbesondre des Zellgewebes ab, in der wässrigen Feuchtigkeit, dem Glaskörper und der Krystalllinse und vorzüglich in der Sklerotica; ja man hat Fälle, dass selbst Speichel und Schweiss gelb gefärbt sind; zuweilen kann der Organismus bei dieser Blutverunreinigung so lange bestehen, dass jenes Pigment selbst die Knorpel, Bänder und Knochen [1]) durchdringt, ja sogar in den Nerven wahrnehmbar wird. In dieser Krankheit sind die Nieren meist immer thätig, den reichlich im Blute angesammelten Stoff daraus zu entfernen; denn wir finden den Urin fast immer roth, ja zuweilen dunkelrothbraun gefärbt. In allen diesen Stoffen lässt sich aber die Gegenwart des Gallenfarbstoffs als solchen leicht durch seine Reaction gegen Salpetersäure nachweisen.

Ursprung. Fragen wir nach der Entstehung des Gallen-

1) *Kerkring*, spicil. anat. obs. 57. p. 118.

farbstoffs und dem Orte seiner Bildung, so kommen wir auf den schon oft besprochenen Gegenstand zurück, dass die excrementitiellen Stoffe meist im Blute schon als solche vorhanden sind, und durch die Excretionsorgane nur ausgeschieden oder nur wenig verändert werden. Obgleich wir schon im Allgemeinen sowohl als auch bei jedem Ausscheidungsstoffe uns bemüht haben, diese Meinung möglichst zu erweisen, so bedarf doch gerade der Gallenstoff in dieser Hinsicht noch einer besondern Erwähnung, da er ja in der Pathologie und Medicin überhaupt eine so grosse Rolle spielt.

Die gewöhnlichste Ansicht unter den Aerzten und Physiologen war und ist noch jetzt die, dass der Gallenfarbstoff wie die ganze Galle in der Leber erst erzeugt, und von dort nur in krankhaftem Zustande (ja einige behaupten auch in gesundem Zustande, *Carus*[1])) resorbirt werde und in den Organismus zurückgelange. Obgleich man aus dem Vorkommen andrer excrementitiellen Stoffe im Blute den Schluss ziehen zu können glaubte, dass diese nicht erst in den ihnen zugehörigen Ausscheidungsorganen gebildet würden, konnte man sich trotz des häufigen Vorkommens des Gallenfarbstoffs im Blute und in andern Theilen doch nicht überreden, dass dieser im Blute bereits gebildet, durch die Leber nur ausgeschieden werde, und zwar vorzüglich deshalb, weil man beobachtet hatte, dass bei Verstopfung des Gallenausführungsganges sich in der That in den Lymphgefässen der Leber gelbe Färbung zeige. Es kann nun zwar keineswegs in Abrede gestellt werden, dass in krankhaftem Zustande einige Aufsaugung der bereits in die Gallengänge und Gallenblase ergossenen Galle stattfinde: allein diese Aufsaugung wird gewiss sehr unbedeutend sein; denn wir finden, dass gerade im lebenden Zustande die Gallenblase und die Gallengänge keine Galle exosmotisch durchschwitzen lassen, und dass erst nach dem Tode die Häute dieser Gallenrecipienten von ihrem gefärbten Inhalte tingirt werden. Die Lebersecretion muss bei Ueberfüllung der Gallenblase und Gallengänge nothwendiger Weise in Mitleidenschaft gezogen werden; denn bei der Ueberfüllung jener Canäle mit Galle kann unmöglich die Gallenbildung, wie im normalen Zustande, vor sich gehen.

1) *Carus*, Syst. der Physiologie. Bd. 2. S. 312.

In der Regel wirken auch die die Ausführung der Galle verhindernden Ursachen nicht rein local; selbst Gallensteine verrathen schon ein Allgemeinleiden; Krampf, von dem man eine Species des Icterus herleitet, wird gewiss nicht blos auf die einzelnen Nervenfascikel wirken, welche zu den Ausführungsgängen der Galle gehen; sollte denn heftige Gemüthsbewegung blos auf die Nerven wirken, welche gleichsam der Ausführung der Galle vorstehen? Bei krampfhaften Affectionen sehen wir, dass die Nieren fast gar nichts ausscheiden; dem wässrigsalzigen Urine fehlen die organischen Bestandtheile fast ganz; wir sehen also, dass hier das Secretionsvermögen gehemmt ist; dasselbe dürfte nun wohl auch bei Gemüthserschütterungen mit dem Secretionsvermögen der Leber der Fall sein. Die Leber ist in ihrer Function gestört; sie vermag nicht die im Blute bereits vorhandenen Stoffe auszuziehen, diese bleiben zurück und bedingen den icterischen Zustand. Würde übrigens bei rein mechanischer Verstopfung des Ductus choledochus die Secretion der Leber nicht zugleich mit gehemmt, so müssten Rupturen der Gallengänge und Gallenblase etwas gewöhnliches sein; denn bedenken wir die ungeheure Gewalt der Capillarität oder der Endosmose, die bei der Secretion unstreitig wirken, so kann man durchaus nicht einsehen, warum Rupturen hier bei der ziemlich schnellen und reichlichen Secretion von Galle nicht ebensogut entstehen sollten, als in der Harnblase und den Harngängen. Dazu kommt endlich, dass man bei vollkommner Verhärtung der Leber, wo deren Function doch als völlig aufgehoben anzusehen ist, gerade die höchsten Grade des Icterus beobachtet hat. Nehmen wir auch an, dass in solchen Fällen die Leber oder ein Theil derselben noch etwas secernire, so ist doch nicht zu begreifen, warum die geringe Menge Excret so hohe Grade von Gelbsucht hervorbringt, während doch die Nieren immerwährend bemüht sind, den kärglich (vermeintlich) in der Leber gebildeten und in das Blut aufgenommenen Stoff wieder aus diesem zu entfernen. In solchen Fällen ist selbst von den Gegnern dieser Ansicht die Möglichkeit zugestanden worden, dass die Gallenbestandtheile sich im Blute selbst bilden könnten, z. B. von *Rudolphi*[1]). *Können* sich aber jene Stoffe im Blute selbst bilden, so wäre es doch son-

1) *Rudolphi*, Physiologie. Bd. 3. S. 165.

derbar, dass die Natur erst ein so grosses Organ in die Bauchhöhle versetzt hätte, um Stoffe zu erzeugen, die auch ohne diess sich von selbst gebildet haben würden.

Warum soll nun aber der Gallenfarbstoff erst in der Leber gebildet werden, da man doch zugeben muss, dass z. B. Cholesterine, Oelsäure und Margarinsäure auch im gesundesten Blute vorkommen, und durch kein andres Organ als gerade durch die Leber ausgeschieden werden können? die Analogie ist hier zu gross, als dass man sie ganz übersehen sollte.

Der Zustand der Polycholie, welcher meist von einer vermehrten Thätigkeit der Leber hergeleitet wurde, war ferner vielen ein Beweis, dass erst in der Leber die Gallenbestandtheile erzeugt würden, allein gerade dieser Zustand setzt es recht ins Licht, dass die Leber unmöglich jene Stoffe alle erzeugen könne. Wie zuvörderst eine vermehrte Thätigkeit der Leber den sogenannten biliösen Zustand und Polycholie erzeugen könne, ist nicht wohl einzusehen, da der von der Leber ausgeschiedenen Galle ja kein Hinderniss im Wege steht durch die Gallengänge in den Darmkanal entleert zu werden; denn die frisch secernirte Galle treibt die früher secernirte in jenen Canälen ganz mechanisch vor sich her, im Icterus neonatorum erweist sich diess recht deutlich; in Folge verminderter Hautthätigkeit wird die normale Ausscheidung der untauglich gewordenen Stoffe verändert; bei dem raschen Stoffwechsel im kindlichen Organismus wird die Rückbildung unbrauchbar gewordener Stoffe verändert, und muss nun so nur nach einer Seite hin excediren; anstatt der durch die Haut auszuscheidenden Stoffe bilden sich Stoffe, die durch die Leber ausgeschieden zu werden pflegen, der Stoffwechsel wird mehr fötusartig; die Natur selbst wirkt als vis medicatrix, anstatt der Ausdünstungsmaterie wird das Blut mit Gallenstoffen überfüllt und sucht sich durch die Leber zu entleeren; diese entleert auch äusserst reichlich, doch werden nicht alle Stoffe so bald excernirt, dass sie nicht im Hautgewebe wahrnehmbar blieben; die Leber thut hier ihre Schuldigkeit und leidet durchaus nicht; daher auch der Icterus neonatorum meist ohne alle Gefahr für das Kind vorübergeht.

Ganz ähnlich ist der Zustand bei der Polycholie und insbesondre im sogenannten Status biliosus. Woher sollte in einem atrabilarischen Organismus die allgemeine Gallenausbreitung kommen,

da die Leber doch regelmässig, ja reichlich excernirt und die Erscheinungen gestörter Verdauung nur vom Ueberschuss der Galle herzuleiten sind, wenn nicht das Blut selbst schon überall die Gallenstoffe bereitete? wir haben es hier mit nichts als einer gestörten Blutmischung zu thun, wo die Leber erst durch die Masse des ihn zugeführten und sie durchdringenden Stoffs in einen Reizzustand versetzt wird. Das Blut ist hier wohl zu sehr rückbildend, während es in der Tuberculosis mehr hinaufbildend ist; in der Tuberculosis wird das Protein im Blute angehäuft und hie und da abgesetzt, in der Polycholie wird es schnell wieder zerstört und die Zersetzungsproducte meist der Leber zugeführt; deshalb beobachtet man auch nie an einem wahrhaft biliösen Subject die Phthisis tuberculosa; beide Krankheiten liegen präformirt als Diathesis in dem ganzen Stoffwechsel des menschlichen Körpers; Rückbildung und Ueberschuss an Plasma können nicht zu gleicher Zeit vorhanden sein; wir finden daher auch bei biliösen höchst selten reichlichere Fettablagerung.

Sollte denn aber jemand glauben, dass der status biliosus, der sich in allen seinen Erscheinungen und Folgen als Allgemeinkrankheit verräth, einzig und allein in den ausführenden Canälen der Galle seinen Grund habe, was doch nothwendiger Weise der Fall sein müsste, wenn die einmal excernirte Galle wieder resorbirt würde? Die Erscheinungen des Gallenfiebers und der Leberentzündung finden nach dem oben Gesagten in unsrer Annahme, dass die Gallenstoffe im Blute schon vorhanden seien, leicht ihre Erklärung. Wir müssen hierzu nur erläuternd noch erwähnen, dass wir keineswegs unsre hier ausgesprochene Meinung so auf die Spitze stellen, dass wir etwa wähnten, jeder excernirte Stoff sei, mit ganz und gar denselben Eigenschaften, bereits im Blute enthalten; wir haben gerade in dem Gallenfarbstoff wieder einen thierischen Stoff kennen lernen, der sich durch seine verschiedenen Modificationen auszeichnet; es ist daher recht gut möglich, ja wahrscheinlich, dass im Blute eine andre Modification desselben Farbstoffs vorkomme als etwa in der frischausgeschiedenen Galle; denn *in den Drüsen kann wohl die Form, aber nicht die innre chemische Natur eines Körpers verändert werden.*

Nutzen. Der Gallenfarbstoff dürfte endlich nicht als reines Excretionsproduct anzusehen sein; wir haben in dem Obigen seine

grosse Wandelbarkeit und insbesondre seine Oxydirbarkeit kennen lernen; er ist ohne Zweifel der am leichtesten zersetzbare Bestandtheil der Galle; durch ihn wird unstreitig die Zersetzung des Bilins schon in der Galle selbst bedingt, er ist für die Galle und insbesondre für das Bilin das, was im Wein und im Zuckerrohrsafte die stickstoffhaltigen Körper für den Zucker sind; jede Zersetzung fängt nach *Liebig* mit der theilweisen Verwesung eines stickstoffhaltigen Körpers an; ist nun auch der Gallenfarbstoff wohl nicht ein stickstoffhaltiger Körper, so ist er doch ein um so oxydirbarer, um so verwesbarer. Besonders bedingt er wohl durch eigne Oxydation die Zersetzung des Bilins im Darmkanal; wir wissen, dass beim Einspeicheln der Speisen viel Luft mit in den Darmkanal geführt wird; der Gallenfarbstoff oxydirt sich wohl hauptsächlich und zuerst aus dieser Luft; wir sehen daher, dass immer gelber oder gelbbrauner Gallenfarbstoff mit den Excrementen entleert wird; nicht so bei icterischen Kindern und solchen, die Calomel genossen; denn in beiden Fällen hat keine erhebliche Einspeichelung und Luftzuführung zum Darmkanale statt gefunden. Auf diese Weise kann also dieser excrementielle Stoff noch etwas zur Verdauung beitragen.

Melanin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Das Melanin bildet meist eine schwarze, zusammenhängende Masse oder ein schwarzbraunes Pulver, ohne Geruch und Geschmack, lässt sich in Wasser nur aufrühren und erhält sich einige Zeit darin schwebend, löst sich aber weder in Wasser noch in Alkohol, Aether, verdünnten Mineralsäuren oder concentrirter Essigsäure; von verdünnter Kalilauge wird es nach längerer Digestion aufgelöst, hieraus aber durch Salzsäure mit lichterbrauner Farbe wieder niedergeschlagen; es leitet die Electricität, ist unschmelzbar, lässt sich an der Luft entzünden und

verbrennt mit lebhaftem Lichte, die Kohle verglimmt von selbst an der Luft zu einer weissgelblichen Asche, welche aus Kochsalz, Kalk, Knochenerde und etwas Eisenoxyd besteht. Bei der trocknen Destillation giebt es empyreumatische Substanzen und kohlensaures Ammoniak. Durch Chlorwasser wird nach *Gmelin* dieses Pigment blasser und zur Hälfte aufgelöst, der ungelöste Theil wird indessen durch Kali wieder dunkelbraun.

Zusammensetzung. Aus den bisherigen Untersuchungen über die Constitution dieses Körpers geht nur soviel hervor, dass der Körper zu den stickstoffhaltigen gehört, Eisen enthält, aber arm an Wasserstoff ist (letztres schliesst man aus seiner Unfähigkeit zu schmelzen).

Darstellung. Man erhält diesen Körper am besten aus dem Auge; nachdem man nämlich die Retina entfernt hat, zieht man die Choroidea von der Sklerotika ab, bringt erstre in einen reinen Lappen, und wäscht mit reinem Wasser den Farbstoff aus, so wie man die Stärkmehlkörnchen aus leinenen Säcken ausspült; in dem Wasser bleibt das Pigment zwar lange suspendirt, doch lässt es sich leicht abfiltriren; auch kann man die Flüssigkeit abdampfen und den Rückstand mit Wasser ausziehen.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Dieses Pigment findet sich als dichter Ueberzug auf der Choroidea des Auges. Ob dasselbe auch in andern Theilen des thierischen Organismus vorkomme, lässt sich durchaus nicht entscheiden, da die andern Pigmente gleicher Farbe in krankhaften Ablagerungen entweder nicht untersucht worden sind oder ihrer geringen Menge wegen nicht untersucht werden konnten; diess gilt von den schwarzen Bronchialdrüsen, dem Malpighischen Schleimnetz der Neger, den melanotischen Geschwülsten, dem schwarzen Serum und Pigment im Lungengewebe.

Am ähnlichsten ist noch das von *Prout* und *Bizio* untersuchte Pigment des Dintenfisches.

Nutzen. Der Nutzen dieses Pigments im Auge, um dasselbe möglichst zu achromatisiren und vielleicht auch, um es warm zu erhalten, ist jedem aus der Physik bekannt.

Ursprung. Wie dieses Pigment gebildet wird, wissen wir durchaus nicht; sein Eisengehalt könnte höchstens muthmassen lassen, dass es aus dem Hämatin erzeugt würde.

Milchzucker.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper bildet weisse, undurchsichtige, geschobene, 4seitige Prismen oder Rhomboeder, ist hart, knirscht zwischen den Zähnen, hat einen sehr schwach süssen, fast mehligen Geschmack, keinen Geruch, löst sich langsam in kaltem, leichter in heissem Wasser auf, ist in absolutem Alkohol und Aether unlöslich; die wässrige Lösung lässt sich weit abdampfen, ohne dass der Zucker zum Krystallisiren gebracht wird.

Beim *Erhitzen* schmilzt der Milchzucker, bläht sich auf, entwickelt einen süsslich stechenden Geruch, verbrennt mit Flamme und hinterlässt nach dem Einäschern der Kohle etwas Asche, die aus kohlensaurem, schwefelsaurem, phosphorsaurem Kalk und Kali besteht. Der Frauenmilchzucker schmilzt nach *Simon* nicht, sondern wird durch Erhitzen nur zäh und fadenziehend.

Durch verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure, so wie durch Essigsäure und Citronensäure wird der Milchzucker bei einiger Digestion in Krümelzucker umgewandelt; er absorbirt Chlor, Salzsäure- und Ammoniakgas in grosser Menge. Von Salpetersäure wird er in Schleimsäure nebst etwas Oxalsäure, Zuckersäure und Kohlensäure zerlegt.

Merkwürdig ist, dass die von ältern Gelehrten gemachte Beobachtung, der Milchzucker verschiedener Milcharten liefere verschiedene Quantitäten *Schleimsäure*, auch von *Fz. Simon* bestätigt worden ist. Flüssige *Arsensäure* färbt den Milchzucker nach einiger Zeit rothbraun.

Durch ätzende fixe Alkalien wird er bei 225° in Oxalsäure verwandelt; mit verdünnten Alkalien oder Bleioxyd und Wasser,

gekocht, wird er gelb oder braun; bei + 50° geht er mit Bleioxyd verschiedene Verbindungen ein. Gegen essigsaures Kupferoxyd verhält er sich ganz wie die andern Zuckerarten.

Man hatte bis zur neusten Zeit den Milchzucker immer zu den nicht gährungsfähigen Zuckerarten gezählt, bis *Schill*[1]) und *Hess*[2]) fast gleichzeitig darauf aufmerksam machten, dass der Milchzucker nur längerer Zeit bedürfe, um durch Hefe, Sauerteig, Gallerte, Eiweiss in geistige Gährung versetzt zu werden. *H. Rose*[3]) hat nun erst vor Kurzem *Schill's* Beobachtung bestätigt, dass der geistigen Gährung des Milchzuckers Schleimzuckerbildung vorangehen müsse, so wie dies früher *Payen* rücksichtlich des Dahlins und *Rose* selbst sogar rücksichtlich des Rohrzuckers bewiesen hat. Es ist also als ausgemacht anzusehen, dass der Milchzucker durch Hefe oder andre stickstoffreiche, leicht zersetzbare Körper erst in Krümel- oder Schleimzucker verwandelt wird, um Alkohol und Kohlensäure geben zu können.

Schon unter dem Artikel *Milchsäure* ist der Entdeckung von *Pelouze* und *Fremy* Erwähnung gethan worden, dass Milchzucker, mit der Schleimhaut des Kälbermagens gelind erwärmt, in Milchsäure umgewandelt wird, was bei der Zusammensetzung beider Stoffe leicht begreiflich ist.

Zusammensetzung. Den krystallisirten Milchzucker fanden

	Berzelius	*Liebig*	*Brunner*	Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	6,65	6,605	6,711	5	6,698
Kohlenstoff	40,11	40,461	40,437	5	40,460
Sauerstoff	53,24	52,934	52,852	5	52,842

Beim Erhitzen verliert derselbe 11,9% Wasser, was = 1 Aequ. ist; demnach ist die Formel des wasserfreien Milchzuckers = $H^4 C^5 O^4$ und sein Aequivalent — 832,108.

Die Formel des wasserfreien Milchzuckers wird von vielen = $H^{12} C^{12} O^{12}$ angesehen, um dieselbe mit der des Krümelzuckers und Rohrzuckers in Einklang zu bringen, allein da die Sättigungscapacität des Milchzuckers noch nicht hat eruirt werden können, kann

1) *Schill*, Ann. der Pharm. Bd. 31. S. 152.
2) *Hess*, Pogg. Ann. Bd. 31. S. 194.
3) *H. Rose*, Pogg. Ann. Bd. 52. S. 293.

man nur nach dem Wassergehalte das Atomgewicht, wie oben angegeben, berechnen.

Darstellung. Der Milchzucker wird in der Schweiz im Grossen gewonnen, indem man die Molken durch Abdampfen concentrirt, und die Flüssigkeit dann längere Zeit an einem kühlen Orte stehen lässt; die Krystallkrusten, welche sich dann absetzen, werden durch Umkrystallisiren gereinigt. *Simon*[1]) empfiehlt die Milch bis auf ⅙ ihres Volumens abzudampfen und durch Alkohol den Käsestoff zu fällen; die filtrirte Flüssigkeit wird dann weiter eingedampft und mit starkem Alkohol übergossen, der mit dem Wasserextracte niedergefallene Milchzucker wird durch etwas Wasser ausgewaschen, dann in reinem Wasser gelöst und der Selbstverdunstung überlassen.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Dieser Körper ist ein integrirender Bestandtheil der Milch der Säugethiere.

Fz. Simon[2]) fand in der Frauenmilch 3,92 bis 6,24 % Milchzucker, in einem Colostrum 7 %, in der Milch 6 Tage nach der Geburt 6,24 %.

Nach *Simon's* Beobachtungen vermindert sich der Zuckergehalt der Milch, je später nach der Geburt die Milch abgesondert worden ist; *nahrhafte oder kärgliche Kost* hat nach *Simon* keinen Einfluss auf die Quantität des Zuckers in der Milch (wohl aber auf die der Butter). Durch *Krankheiten*, namentlich durch Syphilis wird der Zuckergehalt der Milch nach *Donné's*, *Meggenhofen's* und *Simon's* übereinstimmenden Beobachtungen nicht verändert.

In der Kuhmilch sind 2,8 bis 3,6 % Zucker gefunden worden, in der der Eselinnen 4,5 %, in der der Stuten 8,75 %, in der der Ziegen 4,38 %, in der der Schaafe 4,2 % und in der der Hunde am allerwenigsten; *Simon* fand kaum eine Spur.

Mitscherlich, *Tiedemann* und *Gmelin* suchten den Milchzucker vergeblich im Blute, obgleich sie 1 % absichtlich zuge-

1) *Fz. Simon*, medicin. Chemie Bd. 1. S. 179.
2) *Fz. Simon*, Frauenmilch S. 35.

setzten Milchzuckers im Blute noch nachzuweisen vermochten. *Simon* glaubt einmal im Kalbsblute durch den Geschmack und die Schwärzung mit Schwefelsäure ziemlich untrüglich die Gegenwart von Zucker im Blute dargethan zu haben; nur war es ihm unmöglich, zu beweisen, dass der fragliche Zucker gerade Milchzucker sei.

Prout[1]) fand in der Amniosflüssigkeit einer Kuh einmal Milchzucker; doch scheint das Vorkommen desselben im Amnioswasser wenigstens nicht constant zu sein; bei zwei Untersuchungen solcher Flüssigkeiten konnte ich aller Bemühungen ungeachtet keinen Zucker finden.

Nutzen. Der Milchzucker ist, wie wir aus seinem constanten Vorkommen in der Milch schliessen können, nicht blos ein wesentlicher Bestandtheil derselben, sondern auch ein äusserst wichtiger Nährstoff, so dass ja *Prout* auf die Zusammensetzung dieses natürlichsten aller Nahrungsmittel eine Eintheilung der letztern in eiweiss- oder käseartige, butterartige oder fette und in zuckerhaltige gründen zu können glaubte. Wir sehen wenigstens, dass die Natur selbst dem Säuglinge eine Quantität stickstofffreier, in Wasser löslicher, leicht verdaulicher Substanz zuführen lässt, während die Verdauungsorgane noch nicht hinlänglich zu ihrer Function vorbereitet sind. Allgemein ist auch unter Aerzten und Laien der Glaube verbreitet, dass der Zucker ein äusserst nährender Stoff sei. Es ist also unsrer Betrachtungsweise der physiologischen Chemie gemäss die Frage: wozu wird der Milchzucker, so wie auch der bei der gewöhnlichen Verdauung aus dem Stärkmehl gebildete Krümelzucker in der thierischen Oekonomie verwendet?

Nirgends im ganzen thierischen Körper finden wir den aufgenommenen Zucker wieder, nirgends eine Substanz, in welcher sich auch nur Zucker entfernt vermuthen liesse; *Berzelius* hält es zwar für nicht unmöglich, dass dem Protein Zucker inwohnen könne, allein wir glauben in dem Obigen wenigstens soviel bestimmt bewiesen zu haben, dass dem Thierkörper eine hinreichende Menge bereits gebildeten Proteins aus dem Pflanzenreiche zugeführt wird. Eine Umwandlung des Zuckers in Fett ist aus

1) *Prout*, Thoms. Ann. T. 5. p. 416.

chemischen und den unter dem Artikel *Fett* angedeuteten Gründen durchaus nicht anzunehmen; auch würde dann die Natur dem Säuglinge nicht Zucker und Fett zu gleicher Zeit zuführen. Wir müssen also die Ansicht, dass der Zucker ein reiner Nährstoff sei, trotz dem Widerstreben des ererbten Glaubens fallen lassen; denn keine Thatsache, kein Experiment stimmt für dieselbe. Wir wissen durch die Versuche mehrerer Gelehrten, dass pflanzenfressende eben so wenig als fleischfressende Thiere bei reiner Zuckerkost längre Zeit leben können; jeder weiss, dass der Genuss vielen Zuckers abnorm die Säure in dem Magen vermehrt; wir wissen aus directer, untrüglicher Beobachtung, dass die Schleimhaut des Magens nicht blos den Milchzucker, sondern auch andre Zuckerarten und Stärkmehl in Milchsäure umwandelt; diess sind Thatsachen, die allein irgend einer Meinung eine Stütze geben können.

Wir können daher für jetzt, uns nur an die unbestreitbare Beobachtung festhaltend, über den Nutzen des Zuckers nicht mehr behaupten, als dass derselbe zunächst zur Bildung der für den Thierorganismus so äusserst wichtigen Milchsäure verwendet werde. Wir machen nur darauf aufmerksam, wie gross die Wichtigkeit des Milchzuckers schon im Magen ist. *Simon* hat bewiesen, dass reiner Käsestoff durch die Magenschleimhaut eines Säuglings nicht coagulirt werde, wenn nicht zugleich Milchzucker mit gegenwärtig sei. Welchen vielfachen Nutzen die Milchsäure an allen Orten des thierischen Organismus habe, lese man unter *Milchsäure* nach; gewiss ist, dass allein schon der Milchsäurebildung wegen der Zucker dem Thierorganismus in grössrer Menge zugeführt werden muss. Hiergegen würde nun zwar sprechen, dass nach meiner eignen Beobachtung bei längern Genuss von Zucker die freie Säure im Harn abnimmt, ja nach *Vauquelin's* Versuche sogar völlig schwindet, wie im Urine der Herbivoren: allein einerseits wird durch die grosse Menge freier Säure der Organismus zu vermehrter Alkalibildung disponirt, wie S. 56 ausführlicher nachgewiesen ist, und andrerseits muss durch den regelwidrigen Genuss reinen Zuckers an sich schon eine Störung in der ganzen Oekonomie des Organismus bedingt werden, vermöge deren die normale Umwandlung des Zuckers entweder selbst ver-

hindert oder die gebildete Milchsäure selbst wieder zersetzt oder verwandelt wird.

Nachdem ich drei Tage hinter einander nur Rohrzucker und Milchzucker genossen hatte, entleerte ich einen Harn, welcher nur 1,108 $\frac{0}{0}$ Harnstoff, 0,038 $\frac{0}{0}$ freie Milchsäure und 0,878 $\frac{0}{0}$ gebundene enthielt.

Ursprung. Ob der Milchzucker erst in den Brustdrüsen gebildet oder durch dieselben nur ausgeschieden werde, darüber lässt sich, da es uns in dieser Hinsicht ganz an Thatsachen mangelt, durchaus nichts entscheiden.

Excernirte Stoffe.

Harnstoff.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper krystallisirt bei schnellem Abkühlen seiner Lösung in weissen, seidenglänzenden Nadeln, bei langsamem Abkühlen in farblosen, plattgedrückten, vierseitigen Prismen, von 1,35 specifischem Gewichte, kühlendem, salpeterähnlichem Geschmacke, ohne Geruch; in seinem gleichen Gewichte kalten Wassers ist er schon auflöslich und zwar unter merklicher Wärmebindung; von heissem Wasser wird er in jedem Verhältnisse aufgelöst; 4 bis 5 Theile kalten und 2 Theile heissen Alkohols lösen ihn leicht; Aether und ätherische Oele nehmen nur Spuren davon auf; nur in sehr feuchter Luft zerfliesst er, bleibt aber übrigens unverändert; seine concentrirte wässrige Lösung wird durch Kochen und durch längeres Aufbewahren nicht zersetzt, wohl aber die verdünnte; die wässrige Lösung geht indessen bald in Fäulniss über, wenn sie noch Eiweiss, Leim oder Schleim enthält, vorzüglich schnell aber durch Hefe. Er ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben.

Bei 120° schmilzt Harnstoff zu einer farblosen Flüssigkeit; erst einige Grade über dieser Temperatur beginnt er sich zu zersetzen; er entwickelt viel Ammoniak und verwandelt sich breiartig werdend in Cyanursäure.

Mit concentrirten Säuren geht er meist krystallinische Verbindungen ein, vorzüglich leicht mit Salpetersäure und Oxalsäure. Durch Kochen mit concentrirten Säuren und mit kaustischen Alkalien wird er zersetzt; aus seinen wässrigen Lösungen durch Metallsalze, Blutlaugensalz und Gerbsäure nicht gefällt.

Charakteristisch ist, dass selbst sehr geringe Mengen desselben das Kochsalz in Oktaedern und den Salmiak in Würfeln krystallisiren machen.

Zusammensetzung. Der Harnstoff ist vorzüglich von *Prout*, *Liebig* und *Wöhler* analysirt worden; sie fanden ihn bestehend aus:

	Prout	*Liebig* u. *Wöhler*	Aequ.	berechnet
Wasserstoff	6,65	6,71	4	6,595
Kohlenstoff	19,99	20,02	2	20,198
Stickstoff	46,65	46,73	2	46,782
Sauerstoff	26,63	26,54	2	26,425

Das Aequivalent des Harnstoffs ist demnach = 756,866 und die empirische Formel = $H^4 C^2 N^2 O^2$; über seine theoretische Zusammensetzung sind die Meinungen der Gelehrten noch getheilt. *Dumas*, der Entdecker des Oxamids und der Amide überhaupt, glaubte nach dem Verhalten des Harnstoffs gegen heisse concentrirte Säuren oder Alkalien schliessen zu müssen, dass auch der Harnstoff ein Amid sei und sich zum kohlensauren Ammoniak verhalte, wie das Oxamid zum oxalsauren Ammoniak, nämlich um zwei Atome Wasser ärmer sei ($H^6 N^2 + C^2 O^4 - 2HO = H^4 C^2 N^2 O^2 = H^4 N^2 + C^2 O^2$). *Berzelius* [1]) rügt an dieser Hypothese, dass sie die Verbindungsfähigkeit des Harnstoffs mit Säuren unberücksichtigt und unerklärt lasse, und stellt unter den sonst noch in diesem Bezug von Andern gemachten Hypothesen die wahrscheinlichste auf. Das Oxyd eines ternären Radicals kann der Harnstoff nicht sein, da in allen seinen Salzen der Harnstoff nur mit einem Aequivalent Säure verbunden ist, während er doch 2 Aequ. Sauerstoff enthält. *Berzelius* stellt daher den Harnstoff in eine Reihe mit den Pflanzenbasen, von welchen man längst wusste, dass ihre Sättigungscapacität nicht von ihrem Sauerstoffgehalte abhängig sei. Da nun *Regnault* durch seine vortrefflichen Untersuchungen gezeigt, dass kein Salz einer Pflanzenbase mit einer Sauerstoffsäure ohne 1 Aequiv. Wasser bestehen könne, gleich dem Ammoniak, Melanin und Ammelin: so leitete man ziemlich allgemein die Basicität der Pflanzenalkaloide von ihrem

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 440.

Ammoniakgehalte her, zumal da die Sättigungscapacität sich meist concinn dem Stickstoffgehalte der Alkaloide zeigte. Der Harnstoff nimmt nun bei seiner Verbindung mit 1 Aequiv. Säure gleich jenen Pflanzenbasen auch 1 Aequiv. Wasser auf; daher sieht *Berzelius* den Harnstoff für eine Verbindung von Ammoniak mit dem Oxyd eines ternären Radicals an, nämlich $H^3N + HC^2NO^2$. Für diese Ansicht spricht endlich auch *Wöhler's* Entdeckung, dass der Harnstoff künstlich aus Cyansäure und Ammoniak zusammengesetzt werden könne ($H^3N + HO + C^2NO = H^4C^2N^2O^2$); so wie nämlich die freie Cyansäure von selbst in das unlösliche Cyamelid ($C^2NO + HO = HC^2NO^2$) übergeht, so setzen die Bestandtheile des cyansauren Ammoniaks sich fast freiwillig in Harnstoff um. Ein solches Cyamelid-Ammoniak bestände nun aber gegen die Regel ohne Wasser, und würde sich demnach zu dem cyanursauren Ammoniak etwa verhalten, wie das wasserfreie schwefelsaure Ammoniak, welches sich auch nicht wie ein Salz zeigt, zu dem wasserhaltigen schwefelsauren Ammoniak.

Metamorphosen. Durch *Hitze* wird, wie oben erwähnt, der Harnstoff zunächst in Ammoniak und Cyanursäure zerlegt, ($H^{12}C^6N^6O^6 - H^9N^3 = H^3C^6N^3O^6$). Da durch Zersetzen der Cyanursäure sich wieder Wasser und Cyansäure entwickelt ($H^3C^6N^3O^6 = 3HO + 3C^2NO$), so entsteht zum Theil ein Sublimat von Harnstoff aus Cyansäure und Ammoniak oder die Cyansäure zersetzt sich mit Wasser in Kohlensäure und Ammoniak ($C^2NO + H^3O^3 = H^3N + C^2O^4$).

Durch Kochen mit starken *Mineralsäuren* oder mit *kaustischen Alkalien* wird der Harnstoff unter Aufnahme von 2 Aequ. Wasser in Kohlensäure und Ammoniak zerlegt ($H^4C^2N^2O^2 + 2HO = 2CO^2 + 2H^3N$). Mit *salpetriger Säure* zersetzt er sich in Stickstoff, Kohlensäure und Wasser ($H^4C^2N^2O^2 + N^2O^6 = 4N + 2CO^2 + 4HO$); mit *Chlor* liefert er Stickstoff, Kohlensäure und Salzsäure ($H^4C^2N^2O^2 + H^2O^2 + Cl^6 = 2N + 2CO^2 + 6HCl$).

Mengt man eine Harnstofflösung mit salpetersaurem Silberoxyd und dampft gelind ein, so scheidet sich cyansaures Silberoxyd aus, während salpetersaures Ammoniak in Lösung bleibt.

Verbindungen. *Salpetersaurer Harnstoff*, $H^4C^2N^2O^2 + HO + NO^5$, entsteht durch unmittelbares Mischen einer con-

centrirten Harnstofflösung mit überschüssiger Salpetersäure unter Entbindung von Wärme; die Verbindung scheidet sich sogleich (beim Abkühlen fast vollständig) in grossen, perlmutterglänzenden Schuppen oder in kleinen, blendendweissen Blättchen aus; die Krystalle sind luftbeständig, von saurem Geschmack, lösen sich leicht in reinem Wasser auf, weniger leicht in salpetersäurehaltigem, in Alkohol unter Bindung von Wärme; röthen Lackmus. Dieses Salz zeichnet sich durch die Leichtigkeit aus, mit der es efflorescirt.

Ich habe gefunden, dass man 1% Harnstoff daran recht gut noch entdecken kann, wenn man auf einem Uhrgläschen einige Tropfen der Lösung, mit Salpetersäure versetzt, verdunsten lässt; beim Kochen zersetzt sich seine concentrirte Lösung, die verdünnte zerfällt in Kohlensäure, kohlensaures Ammoniak, Wasser und Stickstoffoxydul ($H^5 C^2 N^3 O^8 = CO^2 + H^3N. CO^2 + 2HO + 2NO$). Schnell erhitzt verpufft er, langsam erhitzt entwickelt er brennbares Gas und Ammoniak ohne Kohlenrückstand. Oxalsäure schlägt aus seiner Lösung folgende Verbindung nieder.

Oxalsaurer Harnstoff, $H^4 C^2 N^2 O^2 + HO + C^2 O^3$, wird ebenfalls durch unmittelbare Vereinigung erhalten, wenn man 1 Theil Harnstoff mit 6 Theilen bei 120° getrockneter Oxalsäure und Wasser mischt. Derselbe bildet lange, dünne Blättchen oder Prismen, von saurem Geschmack oder saurer Reaction; bei + 16° lösen sich 4,37 Th. in 100 Th. Wasser und nur 1,6 Th. in 100 Th. Alkohol auf; Ueberschuss von Oxalsäure schlägt ihn aus der wässrigen Lösung nieder. Beim Erhitzen liefert er kohlensaures Ammoniak und Cyanursäure. Mit neutralen oxalsauren Alkalien geht er Doppelverbindungen ein.

Schwefelsaurer Harnstoff entsteht durch Vermischen von 100 Th. oxalsauren Harnstoff mit 125 Th. schwefelsauren Kalk, und Zusatz von Wasser und Alkohol; er krystallisirt in Körnchen oder Nadeln von stechendem Geschmack.

Milchsaurer Harnstoff, der sich nach *Cap* und *Henry* [1]) im Urine der Carnivoren findet, wird durch doppelte Wahlverwandtschaft aus milchsaurem Kalk und oxalsaurem oder schwefelsaurem

1) *Cap* und *Henry*, Comptes rendus 1838 No. 11. et Journ. de Pharm. 1839 Mars p. 133.

Harnstoff erhalten; aus dem Harn ist er nur schwierig und in geringer Menge darzustellen; er krystallisirt in verlängerten, sechsseitigen Prismen mit schiefen Endflächen, von stechendem, kühlendem Geschmacke, ist zerfliesslich, löst sich leicht in Wasser und Alkohol, wenig in reinem Aether; Zinkoxyd entzieht ihm bei einiger Digestion die Säure; bei vorsichtigem Erhitzen schmilzt er und lässt sich unzersetzt sublimiren; bei stärkerm Erhitzen verkohlt er.

Prout[1]) zeigte, dass der Harnstoff auch mit *Basen*, namentlich mit Silber- und Bleioxyd verbunden werden könne. Man erhält diese Verbindungen, wenn man die Auflösung eines Metallsalzes mit überschüssigem Harnstoff versetzt und darauf ein Alkali hinzufügt; die Base fällt mit Harnstoff verbunden nieder. Mit Bleioxyd lässt sich der Harnstoff schon durch einfache Digestion verbinden, und bildet dann einen zähen, zerfliesslichen Syrup, der sich leicht in Wasser, aber nicht in Alkohol löst.

Der Harnstoff verbindet sich endlich mit vielen *Salzen*, deren Löslichkeit und Krystallform er ändert, durch Alkohol lässt er sich meist nicht ausziehen. Auffallend ist, dass schon geringe Mengen Harnstoff zwar das Kochsalz in Oktaedern krystallisiren machen, dass aber, wie ich wenigstens beobachtete, die Kochsalzoktaeder in reinem Wasser gelöst, sich wieder in Würfeln, aber nicht in Oktaedern ausscheiden.

Darstellung. Um reinen Harnstoff aus dem *Urine* zu erhalten, sind folgende 3 Methoden empfehlenswerth.

1) Der zur Syrupsconsistenz eingedampfte Harn werde mit einem gleichen Volumen Salpetersäure von 1,42 sp. G. (die frei von salpetriger Säure sein muss) gemischt; der künstlich abgekühlte, bräunliche Brei wird erst auf einem Filter von Flüssigkeit möglichst befreit und zwischen Ziegelsteinen und Löschpapier ausgepresst; dann die Masse mit kohlensaurem Bleioxyd und Wasser digerirt, abgedampft und mit Alkohol ausgezogen; die alkoholische Lösung theilweise abgedunstet und mit Schwefelwasserstoff und Thierkohle behandelt und zur Krystallisation abgedampft.

2) *O. Henry*[2]) versetzt den Harn mit basisch essigsaurem Bleioxyd, setzt so viel Schwefelsäure zu, dass alle essigsauren

1) *Prout*, Thoms. Ann. T. 11. p. 352 u. Schw. Journ. Bd. 22. S. 449.
2) *O. Henry*, Journ. de Pharm. Bd. 15. S. 161.

Salze in schwefelsaure verwandelt werden; die mit Thierkohle gemengte Flüssigkeit wird filtrirt, und liefert beim Eindampfen und Abkühlen Krystalle fast ganz reinen Harnstoffs.

3) *Berzelius* empfiehlt das alkoholische Extract des Harns in Wasser zu lösen, mit Thierkohle zu behandeln, und der filtrirten, bis + 50 erwärmten Flüssigkeit soviel Oxalsäure zuzusetzen, als sich bei dieser Temperatur auflöst; die Krystalle oxalsauren Harnstoffs, welche sich ausgeschieden haben, werden aufgelöst, durch Thierkohle filtrirt, umkrystallisirt und mit kohlensaurem Kalk zersetzt.

Künstlich erhält man den Harnstoff durch Darstellung des cyansauren Ammoniaks; man bereitet zu dem Zwecke cyansaures Kali am besten aus wohl ausgetrocknetem Blutlaugensalz und Braunstein durch Entzünden der Masse und Extraction mit Wasser: zersetzt das krystallisirte cyansaure Kali mit einem löslichen Silber- oder Bleisalze und das cyansaure Silber durch Salmiak, das cyansaure Bleioxyd durch ätzendes oder schwefelsaures Ammoniak; aus der Lösung des cyansauren Ammoniaks scheiden sich beim Verdunsten Harnstoffkrystalle aus. *Liebig*[1]) empfiehlt neuerdings zur Darstellung des künstlichen Harnstoffs 28 Th. trocknes Blutlaugensalz mit 14 Th. Braunstein verglimmen zu lassen, und den kalten wässrigen Auszug des Verglimmungsrückstandes unmittelbar mit trocknem schwefelsauren Ammoniak zu mischen; das meiste schwefelsaure Kali schlägt sich nieder, das übrige wird vom Harnstoff durch Krystallisation und vollkommen durch Alkohol getrennt.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Der Harnstoff ist eines der Hauptexcretionsproducte der Nieren; er findet sich daher hauptsächlich im *Harn,* in welchem er theils frei theils an Milchsäure gebunden enthalten ist, auch ist er darin von dem extractiven Harnfarbstoffe begleitet, von dem er fast nur durch Thierkohle getrennnt werden kann.

1) *Liebig*, Ann. der Pharm. Bd. 38. S. 108.

Die *Quantität* des im Urin enthaltenen Harnstoffs ist selbst bei gesunden Personen höchst verschieden, und hängt nicht blos von der Concentration des Harns selbst, als von der Art der genossenen Nahrungsmittel ab. Bereits unter dem Artikel *Milchsäure* habe ich meiner Beobachtungen über die täglich excernirten Quantitäten der einzelnen Harnbestandtheile Erwähnung gethan. Es ist daselbst angegeben, dass von mir im Durchschnitt täglich 1058 gr. Harn mit 69,628 gr. festen Rückstand gelassen wurden; da ich nun im Harn, dessen specifisches Gewicht dem Mittel von jenen 13 Beobachtungen gleich kam, constant 3,289 % und in 100 Theilen jener festen Rückstände 46,228 Theile Harnstoff fand: so würden hiernach täglich 33,271 oder 32,188 gr. im Mittel 32,73 gr. Harnstoff durch den Harn von mir entleert worden sein.

Auffallend ist mir gewesen, dass *Fz. Simon*[1]) bei seinen Untersuchungen über den Harnstoffgehalt verschiedener Urine weit weniger Harnstoff (meist unter 3 %) gefunden hat; ich bestimmte die Quantität des Harnstoffs nach *Mitscherlich's* Methode[2]), die im zweiten Bande unter der Analyse des Harns genauer mitgetheilt wird. Ich bemerke aber hierbei nochmals, dass ich während jener 13tägigen Beobachtung der Excrete, um das höchst schädliche Abdampfen zu ersparen, nur so viel Flüssigkeiten zu mir nahm, als der dringende Durst verlangte; auch pflege ich, wie viele Venös-biliöse, im Ganzen wenig Durst zu empfinden.

Starke *Anstrengung* der körperlichen Kräfte bedingt, wie wir nun wohl, nach dem unter den Artikeln: *schwefelsaures Natron* und *Milchsäure* Angeführten, bestimmt behaupten können, eine stärkre Consumtion der materiellen Theile.

Dies beweist der vermehrte Harnstoffgehalt des Urins, den ich nach stärkern körperlichen Bewegungen wiederholt beobachtete, nach einer oben bereits erwähnten grössern Strapaze fand ich in 100 Th. des Harnrückstands 53,248 Th. Harnstoff.

Die Art der genossenen *Nahrungsmittel* hat einen wesentlichen Einfluss auf die Quantität des excernirten Harnstoffs. Schon aus folgendem einfachen Versuche geht diess hervor; ~~als ich mich~~

1) *Fz. Simon*, Arch. d. Pharm. Bd. 22. S. 35.
2) *Mitscherlich*, Pogg. Ann. Bd. 31 S. 303.

der oft erwähnten Fleischdiät unterwarf, schied schon am dritten Morgen nach Anfang der Beobachtung der etwas abgekühlte Harn auf Zusatz von Salpetersäure grosse Blätter von salpetersaurem Harnstoff aus; während der ganzen Dauer der Fleischkost schied der Morgenharn, selbst ohne abgekühlt zu sein, immer sogleich ein Sediment von kleinen *weissen* Schuppen salpetersauren Harnstoffs ab (vergl. *Harnfarbstoff*).

Schon am fünften Tage der Fleischkost war die Menge des Harnstoffs im Morgenharn so bedeutend, dass Salpetersäure geradezu den ganzen Harn erstarren machte; nach Verlauf von 8 Tagen schied sogar der den Tag über gelassene Harn mit Salpetersäure Harnstoff aus. In 100 Th. des festen Harnrückstands fand ich 63,189, 58,815 und 61,887, im Mittel also 61,297 Th. Harnstoff. Nachdem ich drei Tage hintereinander nichts als 18 bis 24 harte Eier genossen hatte, entleerte ich bei fortgesetzter animalischer Kost täglich 49,134 bis 56,887 gr. Harnstoff, im Mittel von 6 Versuchen aber 53,198 gr. Ich erinnere hierbei noch an die bereits oben erwähnten Versuche mit Theein und Asparagin, nach deren Genusse ich eine bedeutende Vermehrung des Harnstoffs im Urin beobachtete. So fanden auch *Vauquelin*[1]), so wie auch *Hieronymi*[2]) im Harne der fleischfressenden Thiere, der Löwen und Tieger, sehr grosse Mengen ungefärbten Harnstoffs. Auch *Tiedemann* und *Gmelin*[3]) fanden im Hundeharn sehr viel Harnstoff.

Während einer vegetabilischen Kost fand ich das specifische Gewicht des Harns im Allgemeinen nicht verschieden von dem des gewöhnlichen oder des zur Zeit der Fleischkost gelassenen Harns, allein trotz dem weit geringere Mengen eines sehr gefärbten Harnstoffs; in 100 Th. des festen Rückstands waren nämlich nur 38,145, 41,211 und 37,988 also im Mittel 39,115 Th. Harnstoff enthalten. Der Harn der pflanzenfressenden Säugethiere enthält Harnstoff; rücksichtlich seiner Quantitäten fehlt es an Zahlenresultaten zur Vergleichung.

Trotz des grossen Einflusses der Nahrungsmittel auf den Harnstoffgehalt des Urins findet sich doch selbst nach langer Enthaltung aller Nahrungsmittel oder aller stickstoffhaltigen Speisen immer noch Harnstoff im Urine.

1) *Vauquelin*, Schweig. Journ. Bd. 3. S. 175.
2) *Hieronymi*, Lehrb, d. Ch. u. Ph. Bd. 3. S. 322.
3) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung. Bd. 2. S. 4.

Sehr bekannt ist, dass *Lassaigne*[1]) im Harne eines Verrückten, der 14 Tage gehungert hatte, noch Harnstoff im Urine entdeckte. Bei Kranken, die lange appetitlos gefastet, oder nur eine Oelemulsion zu sich genommen hatten, fand ich stets auch Harnstoff. Nachdem ich 3 Tage hintereinander nur auskrystallisirten Rohrzucker und Milchzucker zu mir genommen hatte, fand ich am vierten Morgen im Urine noch 1,108 g Harnstoff, allein sehr viel milchsaures Ammoniak, so dass offenbar die Stelle des Harnstoffs in diesem Urine zum Theil durch Ammoniak vertreten wurde.

Rücksichtlich des Vorkommens von Harnstoff in *krankhaftem Harn* haben mich meine Untersuchungen noch nicht zu allgemeinern Resultaten geführt. Nur erwähne ich in dieser Hinsicht, dass ich im Harn, der nach Krämpfen oder im Froststadium der Fieber gelassen worden war, so wie in eiweisshaltigem Urin, wie er in colliquativen Stadien tödtlicher Krankheiten vorkommt, immer noch Harnstoff gefunden habe, dass dagegen im diabetischen Harn der Harnstoff zuweilen ganz fehlt (so dass die Kochsalz- und Salmiakrystallisation selbst nicht verändert wird). In acuten Krankheiten lässt sich wegen der verschiedenen Concentration nicht gut ein Vergleich rücksichtlich des Harnstoffgehaltes anstellen; so viel ist übrigens gewiss, dass die Veränderungen des Urins in acuten Krankheiten sich mehr auf den Farbstoff und die Harnsäure beziehen als auf den Harnstoff.

Längst schon hat man sich darüber gestritten, ob Harnstoff im Blute bereits gebildet vorkomme, oder ob er erst in den Nieren selbst durch einen organischen Process aus den unbrauchbar gewordenen Theilen des Blutes erzeugt werde. Erstre Meinung ist durch ganz genaue, evidente Versuche zur Gewissheit geworden. *Prevost* und *Dumas*[2]), so wie späterhin *Gmelin, Tiedemann* und *Mitscherlich*[3]) fanden den Harnstoff im Blute von Thieren, deren Nieren sie exstirpirt hatten. Allein da trotz dieser Versuche die Gegenwart des Harnstoff im Blute unverletzter Thiere bezweifelt wurde, unterband *Marchand*[4]) an einem Hammel nur die Nierennerven und fand auch dann, bei unterbrochener

1) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 1. p. 272.
2) *Prevost* und *Dumas*, Ann. de Ch. et de Ph. T. 23. p. 90.
3) *Gmelin* u. s. w., Pogg. Ann. Bd. 31. S. 303.
4) *Marchand*, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 11. S. 149.

Nierenfunction im Blute nicht nur, sondern auch in dem Ausgebrochenen Harnstoff. Allerdings vermochten nun weder *Mitscherlich*, noch *Marchand* noch irgend ein ausgezeichneter Experimentator im Blute ganz gesunder und unverletzter Menschen und Thiere Harnstoff nachzuweisen: allein die äusserst leichte Zersetzbarkeit dieses Stoffs in Berührung mit Eiweiss so wie folgende von *Marchand* angeregte und nach meinen Versuchen modificirte Berechnung macht es sehr erklärlich, warum die höchst geringe Menge des jeden Augenblick aus dem Blute wieder entfernten Harnstoffs im Blute selbst nicht direct nachgewiesen werden konnte und vielleicht nie gefunden werden wird.

Ueberlegen wir nämlich, dass, wie ich mit einiger Sicherheit mit meinem Freunde *E. Weber* gefunden habe, ein ausgewachsener 180 Kilogramm schwerer Mann 6 Kilogramm Blut enthalte und nach meiner in dem Obigen angeführten Beobachtung in 24 Stunden 32,73 gr. Harnstoff entleere, nehmen wir ferner an, die immer fortgehende Nierensecretion finde blos von Stunde zu Stunde statt, so dass der Harnstoff von einer Stunde im Blute sich ansammle: so würden im ganzen Blute unmittelbar vor der stündlichen Ausscheidung des Harnstoffs nur 1,363 gr. oder 0,0227 % Harnstoff enthalten sein. Eine solche Menge lässt sich aber mit unsern jetzigen chemischen Mitteln auf keinem Fall nachweisen, wie aus den Versuchen eines sehr genauen Analytikers, *Marchand*, hervorgeht, welcher in 200 gr. Serum, welches er mit 1 gr. Harnstoff versetzt hatte, nur noch 0,2 gr. nachzuweisen vermochte. Deshalb ist es auch begreiflich, warum ich bei jener Fleischkost, während der Harn so sehr mit Harnstoff gesättigt war, doch in dem sorgfältigst untersuchten Blute nichts von jenem Stoffe entdecken konnte. Im Blute von Cholerakranken fanden *Reiny*[1]) und *Marchand* Harnstoff (erstrer 2,7%), sobald Ischurie eingetreten war. Bei Ischurie fand *Nysten*[2]) auch in den durch Erbrechen ausgeleerten Stoffen Harnstoff.

Rees[3]) hat auch im *Liquor Amnios* Harnstoff entdeckt.

In *hydropischen Flüssigkeiten* ist Harnstoff von vielen Gelehrten und von mir öfter gefunden worden.

Kühn hat einmal in der *Galle* Harnstoff gefunden; in drei

1) *Reiny*, London med. Gaz. 1838 Jan.

2) *Nysten*, Journ. de Chim. méd. 1837 p. 257.

3) *Rees*, Lond. med. Gaz. 1839 p. 462.

verschiedenen cholesterinhaltigen *Gallensteinen* entdeckte ich ebenfalls Harnstoff.

Ursprung. Aus allen diesen über das Vorkommen des Harnstoffs gemachten Beobachtungen lässt sich nun wohl mit Sicherheit schliessen, dass der Harnstoff nichts weiter ist, als ein bei der Stoffmetamorphose in den einzelnen Organen gebildetes, dem Organismus durchaus fremdartiges und in keiner Weise mehr nützendes Product der zersetzten, stickstoffhaltigen Grundlagen des Thierkörpers, welches hauptsächlich durch die Nieren ausgeschieden, in denselben aber nie gebildet wird. Zwar glaubte man, dass, wenn die Nieren durch Krankheiten oder künstliche Operationen unthätig gemacht worden sind, andre Organe gleichsam eine vicariirende Thätigkeit für die Nieren übernehmen und somit Harnstoff erzeugen könnten: allein abgesehen davon, dass der *Marchand*'sche Versuch dieser Ansicht direct entgegen ist, so kann wohl in pathologischer Hinsicht ein Organ auf einige Zeit in gesteigerter Thätigkeit die vicariirende Function eines andern Organs übernehmen, allein nie werden von dem vicariirenden Organe dieselben Materien ausgeschieden werden, als von dem vicariirten, wie eine vernünftige Physiologie lehrt; denn wenn wir auch in der Galle Harnstoff, und in dem Urine Schwangerer Fett und Protein gefunden haben, so geht daraus noch nicht hervor, dass die Leber wahren Harn und die Nieren wahre Milch absondern könnten. Im erstern Falle haben die Lymphgefässe der Wassersucht halber ihren Dienst dem Organismus versagt, im zweiten haben die Nieren fettige Materien und Buttersäure, nicht wahre Butter und keineswegs einen wahren Käsestoff ausgeschieden; übrigens haben wohl die Nieren in der Schwangerschaft, wo sich erst die Brüste füllen, nicht nöthig eine vicariirende Thätigkeit derselben zu übernehmen. Die Nieren sind für den Harnstoff wahrhaftes Filtrirorgan; können sie ihre Function nicht verrichten, so bleibt der Harnstoff im Körper zurück, und häuft sich je nach der Thätigkeit der Lymphgefässe bald hier bald dort in grösserer oder geringerer Menge an, und die Natur sucht das Fremdartige, Untaugliche, Todte auf alle Weise und auf jedem Wege aus dem Organismus zu entfernen, daher das Erbrechen und andre Erscheinungen verhinderter Nierenexcretion.

Aufmerksamen Lesern wird bei Betrachtung obiger Zahlen-

verhältnisse nicht entgangen sein, dass der Harnstoff sich nicht nur absolut, sondern auch relativ, d. h. auf Kosten der andern Harnbestandtheile, bei Fleischkost und heftigen Körperbewegungen vermehrt habe. Diese auffallende Thatsache ist von um so grössern Interesse, als die schon längst von *Vauquelin*, *Segalas* und *Hieronymi* über den Harn der Carnivoren angestellten Versuche damit im schönsten Einklang stehen. Diese Gelehrten fanden im Harn jener Thiere sehr viel Harnstoff, dagegen nur Spuren von Harnsäure, und den Harn selbst wenig tingirt; den menschlichen Harn fand ich aber bei Fleischkost dem Harn dieser Thiere ganz ähnlich, wovon ich mich später auch durch den Augenschein an Löwenharn überzeugte; auffallend war mir bei der Fleischkost immer die gelbe Farbe des Harns gewesen, die sich von jeder Farbe des Harns in gesundem und krankhaftem Zustande unterscheidet (vergl. Harnfarbstoff); so wunderte ich mich auch über die höchst geringe Menge ausgeschiedener Harnsäure. Bei dem Genusse reiner Pflanzenkost stellte sich rücksichtlich des Harnstoffs das Verhältniss fast umgekehrt; es trat eine absolute und relative Harnstoffverminderung ein, was indessen bei pflanzenfressenden Thieren nicht in gleicher Weise der Fall zu sein scheint. Es lässt sich aus diesem allen kein andrer Schluss ziehen, als dass zur Bildung von Harnstoff hauptsächlich die Proteinverbindungen des Fleisches beitragen. Mit den Vegetabilien kommen dem Thierkörper weniger Proteinverbindungen zu, es kann sich nur wenig Harnstoff bilden; aus den stickstoffigen Pflanzenstoffen bilden sich im Thierorganismus vielleicht mehr die Extractivstoffe des Harns, die leicht eine Färbung annehmen, daher der Harn nach Genuss von Zucker oder Vegetabilien immer fast braunroth gefärbt ist und wenig Harnstoff enthält.

Dass aber der Harnstoff hauptsächlich wenigstens als Zersetzungsproduct der Proteinverbindungen anzusehen sei, dürfte gewiss auch mit daraus zu schliessen sein, dass sein Gehalt im Harn nach starken körperlichen Anstrengungen ebenfalls relativ und absolut vermehrt ist; bei den Bewegungen des Körpers werden die Muskeln, das proteinreichste Gewebe, am meisten mitgenommen, und findet doch auch in den proteinhaltigen Geweben überhaupt ein weit regerer Stoffwechsel statt, als in den leimgebenden. Hierzu kommt noch, dass, wie ich gefunden und in

dem Obigen gezeigt habe, schwefelsaure Salze und Milchsäure bei Fleischkost und bei Strapazen im Harn vermehrt gefunden werden; die schwefelsauren Salze sind ja aber ihrem grössten Theile nach als Zersetzungsproducte der Proteinverbindungen anzusehen.

Ein eclatantes Resultat wäre es gewesen, wenn es mir noch in dieser Hinsicht gelungen wäre, im Urine ein gewisses chemisches Verhältniss zwischen Harnstoff und Schwefelsäure oder Milchsäure nachzuweisen; allein trotz der vielfältigsten Versuche gelang es mir nicht, die Schwefelsäure und den Harnstoff auf chemische Aequivalente zu reduciren, und sie mit den Proteinverbindungen in Einklang zu bringen. Es ist diess aber sehr erklärlich; die Quantität der Schwefelsäure ist im Verhältniss zum Harnstoff viel zu gross im Harn; denn abgesehen davon, dass dem Organismus mit dem Wasser schwefelsaure Salze genug zugeführt werden, bildet sich ja nicht blos aus Eiweiss, Faserstoff und Globulin, sondern auch aus Chondrin und den Gehirnfetten Schwefelsäure.

Noch in einer andern Hinsicht sind die von mir rücksichtlich des Fleischgenusses gemachten Beobachtungen auffallend. Nach physiologischen Grundsätzen im Allgemeinen, so wie insbesondre nach der Beobachtung, dass bei gemischter, gerade zureichender Nahrung die Excremente keinen Stickstoff enthalten, dagegen bei reichlicher Nahrung sogar mit unzersetztem Protein versehen sind, war es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass der thierische Organismus nur soviel von der Aussenwelt aufnehme, als zur Nahrung und Nothdurft wirklich nothwendig sei; ganz im Gegensatz damit zeigen nun obige Versuche, dass im speciellen Falle weit mehr stickstoffhaltige Materien aus den animalischen Nahrungsmitteln aufgenommen worden sind, als nothwendig erscheinen, und dass wenigstens das Blut sich mit jenen Stoffen überfülle. Letztres wird auch daraus klar, dass wir, mein Freund Prof. *Hasse* und ich, nach 8 bis 10 Tagen Hämorrhoidalbeschwerden, namentlich Jucken im After u. s. w. empfanden, während wir beide sonst nie *Molimina haemorrhoidalia* an uns bemerkt haben. Niemand wird daher wohl glauben, dass das aus den Speisen assimilirte Protein in diesem Falle zuerst in die Substanz der Gewebe selbst übergegangen, d. h. in Gewebe verwandelt worden sei; es kann vielmehr der Process nicht anders gedacht werden, als dass das überschüssige Protein vielleicht selbst an die Orte

geführt worden sei, wo sich aus den unbrauchbar gewordenen Proteinverbindungen Harnstoff u. s. w. bilden, um zugleich mit diesen zersetzt zu werden, und dass somit die lebende Natur sich des Ueberschusses an plastischer Materie zugleich mit dem Untauglichen zu entledigen bemüht habe. Dass aber bei dieser regen Metamorphose keine allgemeine Aufregung statt gefunden hat, geht daraus hervor, dass der Puls während jener Kost weder quantitativ noch qualitativ irgend eine Veränderung erlitt. Man begreift aber aus der ganzen Beobachtung, wie schnell selbst im ganz normalen Zustande der Stoffwechsel im thierischen Körper vor sich geht.

Nur bei vegetabilischer Kost dürften wir also wohl auch die Quantität Harnstoff im Urine finden, welche als Zersetzungsproduct der Gewebe anzusehen ist. Finden wir nämlich bei unserer gewöhnlichen Kost Protein in den Excrementen, nun so wissen wir auch, dass ein Plus von Protein in das Blut übergegangen und dort, ohne weiter gebraucht zu werden, wieder zersetzt und zum Theil als Harnstoff ausgeschieden worden ist.

Harnsäure.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Glänzend weisse, kleine Schuppen ohne Geruch und Geschmack, sehr schwer löslich in kaltem Wasser (in 1800 bis 2000 Th.) nur wenig löslicher in heissem (in 5 bis 900 Th.); unlöslich in Alkohol und Aether; die Lösungen röthen Lackmus; in concentrirter *Salzsäure* löst sich die Harnsäure etwas leichter als in Wasser, in concentrirter *Schwefelsäure* ziemlich leicht und ohne Zersetzung; aus letztrer Lösung wird sie durch Wasser wieder gefällt.

Bei der *trocknen Destillation* entwickelt diese Säure Harnstoff, Cyansäure, Cyamelid, Blausäure und etwas kohlensaures

Ammoniak; die zurückbleibende Kohle ist sehr stickstoffreich und von braunschwarzer Farbe.

Mit concentrirter *Schwefelsäure* behandelt, bildet die Harnsäure nach *Fritzsche* [1]) eine krystallinische Verbindung, welche acht Aequivalente Schwefelsäurehydrat ($\dot{\dot{\dot{S}}}H$) enthält.

Mit den fixen Alkalien und alkalischen Erden bildet die Harnsäure *Salze*, die in kaltem Wasser schwer, in heissem etwas leichter sich auflösen; mit Ammoniak, den eigentlichen Erden und Oxyden schwerer Metalle dagegen völlig unlösliche Salze. Aus allen ihren Salzen wird die Harnsäure durch Essigsäure, so wie durch alle andern Säuren ausgeschieden, und zwar anfangs in Form einer Gallert (nach *Fritzsche* Hydrat mit 4 Aequiv. Wasser), die sich aber sehr bald in glänzende Blättchen (wasserfreier Säure) verwandelt. Die Harnsäure gehört überhaupt zu den schwächsten Säuren; so treibt sie gleich den Fettsäuren die Kohlensäure nicht unmittelbar aus dem kohlensauren Kali aus, sondern bildet damit doppeltkohlensaures Kali und harnsaures Kali, welches letztre sich auflöst, wenn die Lösung des kohlensauren Kalis verdünnt war; ist die letztre dagegen concentrirt, so nimmt die Harnsäure zwar Kali auf, löst sich aber nicht; auf einem ähnlichen Processe mag auch die Löslichkeit der Harnsäure in Boraxlösung beruhen, nur mit dem Unterschiede, dass das gebildete saure borsaure Natron die Löslichkeit des harnsauren Alkalis nicht in der Weise hindert wie das doppeltkohlensaure Kali.

Schmilzt man Harnsäure mit *Kalihydrat* zusammen, so bildet sich kohlensaures und cyansaures Kali neben Cyankalium. In verdünnter *Salpetersäure* löst sich die Harnsäure ziemlich leicht unter Entwicklung gleicher Volumina von Kohlensäure und Stickstoff; in der Flüssigkeit sind die weiter unten zu beschreibenden Zersetzungsproducte enthalten.

Das *harnsaure Kali* stellt glänzend weisse feine Schuppen oder Körnchen dar, löst sich in 480 Th. kaltem Wasser, leichter in heissem. Durch überschüssiges Alkali wird die Löslichkeit etwas vermehrt, indessen nur bis zu einem gewissen Grade; denn durch überschüssiges Alkali wird das neutrale harnsaure Kali gerade wieder

1) *Fritzsche*, Bull. scient. de Pétersb. No. 79 et 107.

aus der Lösung abgeschieden. Setzt man zur Lösung des harnsauren Kalis ein Ammoniaksalz, so entsteht sogleich ein weisser voluminöser Niederschlag von harnsaurem Ammoniak. Leitet man in die alkalische Harnsäurelösung Kohlensäure, so wird neutrales harnsaures Kali in Form einer Gallert gefällt.

Das *harnsaure Natron* verhält sich ganz wie das Kalisalz.

Zusammensetzung. Das Ergebniss der neuesten Analysen der Harnsäure von *Liebig* und von *Mitscherlich* ist folgendes:

	Mitscherlich	*Liebig*	Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	2,38	2,441	2	2,36
Kohlenstoff	35,82	36,083	5	36,00
Stickstoff	34,60	33,361	2	33,37
Sauerstoff	27,20	28,126	3	28,27

Hiernach ist das Atomgewicht der Harnsäure = 1061,216 und ihre empirische Formel = $H^2\ C^5\ N^2\ O^3$.

Rücksichtlich der theoretischen Zusammensetzung haben die Untersuchungen *Liebig's* und *Wöhler's* zu zwei verschiedenen Ansichten Veranlassung gegeben. Diese Gelehrten verdoppeln das Atomgewicht der Harnsäure (2122,432 = $H^4\ C^{10}\ N^4\ O^6$) und nehmen, aus Gründen, die bei der weitern Betrachtung der Zersetzungsproducte der Harnsäure einleuchten werden, an, dass die Harnsäure aus Harnstoff und einer hypothetischen (aus Cyan und Kohlenoxyd $C^2\ N + C^2\ O^2$ zusammengesetzten) Säure, die sie Urilsäure nennen, constituirt sei, nämlich $H^4\ C^2\ N^2\ O^2 + 2\ (C^4\ N\ O^2)$. *Berzelius* sieht die Harnsäure dagegen als das Oxyd eines ternären Radicals an, die Entdeckung *Liebig's* fest haltend, dass das Xanthicoxyd sich ganz einfach als eine niedrigere Oxydationsstufe desselben ternären Radicals darstellt, so dass das Xanthicoxyd, harnige Säure ist = $H^2\ C^5\ N^2 + O^2$, die Harnsäure aber $H^2\ C^5\ N^2 + O^3$.

Darstellung. Man gewinnt die Harnsäure am leichtesten aus den Excrementen der Amphibien, namentlich der Schlangen oder aus Harnsteinen, von denen die meisten aus Harnsäure bestehen; diese Substanzen löst man in nicht allzu concentrirter Kalilauge im Kochen auf, filtrirt, mischt die Lösung mit überschüssiger Salzsäure, und kocht eine Viertelstunde lang den Niederschlag mit der sauren Flüssigkeit. Aus der filtrirten Kalilösung kann man auch

durch überschüssiges Kali das harnsaure Kali fällen, und dieses nun erst mit Salzsäure zersetzen.

Metamorphosen. Kocht man 1 Th. Harnsäure mit 2 Th. Wasser und setzt so lange frischbereitetes Bleihyperoxyd hinzu, als dasselbe sich noch entfärbt, so bildet sich oxalsaures Bleioxyd, Harnstoff und Allantoin.

Liebig und *Wöhler* erklären sich diesen Process so: dass der Sauerstoff des Hyperoxyds nur auf die Urilsäure zersetzend einwirkt und den Harnstoff aus der Verbindung frei macht; die Urilsäure $= C^8\ N^2\ O^4$ zerfällt in $C^4\ O^4$ und $C^4\ N^2$, ersteres nimmt 2 Aequ. Sauerstoff auf und bildet 2 Aequ. Oxalsäure $= C^4\ O^6$; letzteres dagegen 3 Aequ. Wasser, und stellt das in der Allantois der Kühe bereits gebildet vorkommende Allantoin $= H^3\ C^4\ N^2\ O^3$ dar. Die gerade hierauf begründete Annahme, dass die Harnsäure doppelt urilsaurer Harnstoff sei, erleichtert die Erklärung der Processe, welche bei Einwirkung der Salpetersäure auf Harnsäure beobachtet werden.

Die Einwirkung der Salpetersäure auf Harnsäure ist von *Liebig* und *Wöhler* [1]) einer sehr speciellen Untersuchung unterworfen worden, bei welcher sich eine grosse Anzahl besonderer, zum Theil höchst interessanter Zersetzungsproducte herausgestellt haben.

Wird in 4 Th. Salpetersäure von 1,42 bis 1,5 spec. Gewichte 1 Th. trockne Harnsäure eingetragen, so bildet sich ein neuer Körper, Alloxan, $H^4\ C^8\ N^2\ O^{10}$, der in grossen, diamantglänzenden Rhombendodekaedern krystallisirt; derselbe röthet Lackmus und färbt die Haut purpurroth.

Seine Bildung erklärt sich so, dass die entstandene salpetrige Säure den Harnstoff, wie oben angegeben, in Wasser, Kohlensäure und Stickstoff zerlegt, die Urilsäure dagegen mit 4 Aequ. Wasser und 2 Aequ. Sauerstoff zu Alloxan zusammentritt, denn $C^8\ N^2\ O^4 + H^4\ O^4 + O^2 = H^4\ C^8\ N^2\ O^{10}$.

Digerirt man das Alloxan mit ätzenden Alkalien, so erzeugt sich Alloxansäure, $H\ C^4\ N\ O^4$, welche in sternförmig gruppirten Nadeln krystallisirt, Lackmus röthet und Zink unter Wasserstoffentwicklung auflöst; sie entsteht aus dem Alloxan durch Verlust von 2 Aequ. Wasser, denn $H^4\ C^8\ N^2\ O^{10} - H^2\ O^2 = 2\ (H\ C^4\ N\ O^4)$.

Setzt man zu einer kochenden Lösung von essigsaurem Bleioxyd

1) *Liebig* und *Wöhler*, Ann. der Pharm. Bd. 26 S. 241. Pogg. Ann. Bd. 31 S. 561.

tropfenweise eine Alloxanlösung, so bildet sich Mesoxalsäure, $C^3 O^4$ und Harnstoff; jene Säure ist krystallisirbar und röthet Lackmus; 1 Aequ. Alloxan liefert 1 Aequ. Harnstoff und 2 Aequ. jener Säure; $H^4 C^8 N^2 O^{10} = H^4 C^2 N^2 O^2 + C^6 O^8$.

Siedet man Alloxanlösung mit Aetzammoniak, und setzt verdünnte Salpetersäure zu, so fällt Mykomelinsäure in Form einer gelben Gallert nieder, die in reinem Wasser löslich ist und Lackmus röthet; hierbei verbindet sich das Alloxan mit 2 At. Ammoniak und verliert 5 At. Wasser: $H^4 C^8 N^2 O^{10} + H^6 N^2 - H^5 O^5 = H^5 C^8 N^4 O^5$.

Wird 1 Th. Harnsäure mit 8 Th. verdünnter Salpetersäure digerirt und die Flüssigkeit eingedampft, so scheiden sich Blättchen oder Säulchen von Parabansäure $C^6 N^2 O^4 + 2HO$ aus, die sauer schmecken, Lackmus röthen, und theilweise unzersetzt sublimirbar sind.

Hierbei wird der Harnstoff der Harnsäure, wie oben, durch salpetrige Säure zersetzt; mit der Urilsäure bilden aber 2 At. Wasser und 4 At. Sauerstoff 2 At. Kohlensäure und 1 At. Parabansäure: denn $C^8 N^2 O^4 + H^2 O^2 + 4\,O = C^2 O^4 + C^6 N^2 O^4 + 2\,HO$.

Uebersättigt man eine Auflösung von Harnsäure in verdünnter Salpetersäure mit Ammoniak und dampft ab, so scheidet sich in sternförmig gruppirten Nadeln das Ammoniaksalz einer neuen Säure, der Oxalursäure, $H^3 C^6 N^2 O^7 + HO$, ab; aus dem Salze wird sie durch stärkere Säuren als blendend weisses, krystallinisches Pulver abgeschieden; sie schmeckt und reagirt sauer; durch Kochen wird sie in Oxalsäure und oxalsauren Harnstoff zerlegt; denn das Hydrat ist gleich 2 At. Oxalsäure und 1 At. Harnstoff, $C^4 O^6 + H^4 C^2 N^2 O^2 = H^4 C^6 N^2 O^8$.

Vermischt man eine kalte Alloxanlösung mit wässriger schwefliger Säure, übersättigt mit Ammoniak und kocht, so scheiden sich beim Erkalten vierseitige, bei 100° roth werdende Krystalle eines Ammoniaksalzes aus, dessen aus dem Bleisalze getrennte Säure Thionursäure ist, $H^7 C^8 N^3 O^{14} S^2$. Kocht man diese Säure mit Wasser, so scheiden sich seidenglänzende Nadeln von Uramil, $H^5 C^8 N^3 O^6$, aus, welche an der Luft und in der Wärme rosenroth werden.

Die Thionursäure zersetzt sich in 2 At. Schwefelsäurehydrat und 1 At. Uramil: $H^7 C^8 N^3 O^{14} S^2 = 2\,SO^3.\,HO + H^5 C^8 N^3 O^6$.

Das Uramil selbst kann man betrachten als Harnsäure, in welcher der Harnstoff durch 1 At. Ammoniak und 2 At. Wasser vertreten ist: $H^5 C^8 N^3 O^6 = C^8 N^2 O^4 + H^3 N + 2 HO$.

Wird Uramil mit Säuren oder fixen Alkalien gekocht, so bildet sich Uramilsäure, $H^{10} C^{16} N^5 O^{15}$; durch die Säuren oder Alkalien wird aus dem Uramil 1 At. Ammoniak ausgetrieben, an dessen Stelle aber 3 At. Wasser aufgenommen, $H^{10} C^{16} N^2 O^{12} — H^3 N + H^3 O^3 = H^{10} C^{16} N^5 O^{15}$; die Säure selbst krystallisirt in farblosen Prismen oder seidenglänzenden Nadeln, wird in der Wärme rosenroth; sie verhält sich zum Uramil, wie die Oxalursäure zum oxalsauren Harnstoff, nämlich: $C^{16} N^4 O^8. H^3 N. H^4 O^4 + H^3 O^3 : C^{16} N^4 O^8. H^6 N^2 + H^4 O^4 = C^4 O^6. H^4 C^2 N^2 O^2 : C^4 O^6. H^8 C^4 N^4 O^4$.

Wird 1 Th. Harnsäure mit 32 Th. Wasser gekocht, allmählig verdünnte Salpetersäure zugesetzt und die Flüssigkeit bis auf ⅛ ihres Volumens eingedampft, so setzen sich farblose vierseitige Prismen von Alloxantin ab, $H^5 C^8 N^2 O^{10}$, in Ammoniakdampf werden sie roth, röthen Lackmus und geben mit Barytwasser einen veilchenblauen Niederschlag.

Dieser Körper entsteht, indem der Harnstoff der Harnsäure theils zersetzt theils an Salpetersäure gebunden wird, die Urilsäure aber 1 At. Sauerstoff und 5 At. Wasser aufnimmt ($C^8 N^2 O^4 + O + H^5 O^5 = H^5 C^8 N^2 O^{10}$.

Löst man Harnsäure in verdünnter Salpetersäure, dampft ab, bis die Flüssigkeit zwiebelroth geworden, lässt bis $+ 70°$ erkalten, sättigt sie mit verdünntem Ammoniak und lässt stehen, so erhält man einen ganz eigenthümlichen Körper, den man nach *Prout* und *Vauquelin* bisher für *purpursaures Ammoniak* hielt; *Liebig* und *Wöhler* lehrten diesen Körper noch aus Alloxan und Alloxantin, aus Uramil und Quecksilberoxyd und auf andre Weise darstellen; hielten ihn aber nicht für ein Ammoniaksalz, sondern für einen eigenthümlichen Körper und nannten diesen Murexid, $H^6 C^{12} N^5 O^8$. Dieser wahrhaft prachtvolle Körper krystallisirt in kurzen vierseitigen Prismen, wovon 2 Flächen cantharidengrün glänzen; im durchscheinenden Lichte sind die Krystalle granatroth; ihr Pulver ist braunroth und wird unter dem Polirstahl goldgrün, metallglänzend; ist in Alkohol und Aether unlöslich, wird von Kalilauge mit indigblauer Farbe gelöst und von allen Säuren zersetzt.

Fritzsche[1]), der jenen Körper aus $H^8 C^{16} N^6 O^{11}$ zusammengesetzt fand, hält ihn für eine Verbindung von Ammoniumoxyd mit Purpursäure, wozu auch *Berzelius* geneigt ist.

Durch Kochen mit Alkalien und Uebersättigen mit Schwefelsäure, erhielten *Liebig* und *Wöhler* aus dem Murexid einen neuen in Schuppen krystallisirenden Körper, das Murexan, $H^4 C^6 N^2 O^5$, welches sie für die *Prout*'sche Purpursäure halten.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Harnsäure findet sich stets im Harn gesunder Menschen, auch kommt sie im Harn fleischfressender Thiere vor, wogegen man sie nicht in dem der Herbivoren gefunden hat; sie ist übrigens in grossen Mengen im Harn der Amphibien, besonders der Schlangen, so wie in dem der Vögel enthalten; in letztrem ist sie theils an Ammoniak, theils, nach *Coindet*[2]), so wie nach *Cap* und *Henry*[3]), an Harnstoff gebunden. Auf den Südseeinseln findet man ganze Erdlager, welche grösstentheils aus Harnsäure bestehen; deren Entstehung leitet man von dem Miste der Strandvögel her.

Im menschlichen Harn hat man immer ungefähr 0,1 % Harnsäure gefunden. Bei den schon öfter erwähnten 13tägigen Beobachtungen über die Quantitäten des täglich entleerten Harns und seiner Bestandtheile, fand ich, dass mein Harn bei einem mittlern specifischen Gewichte von 1,0223 = 0,1089 % Harnsäure enthielt, und dass ich demnach, da ich im Durchschnitt täglich 1058 grm. Harn liess, an jedem Tage 1,1522 grm. Harnsäure ausschied.

Die Art der genossenen *Nahrungsmittel* hat gegen *Coindet's*[4]) Meinung einen nicht unbedeutenden Einfluss auf die Quantität der von den Nieren excernirten Harnsäure, jedoch nicht ganz in der Weise und in dem Verhältnisse, wie auf die des Harnstoffs. *Magendie* und *Joh. Müller* behaupten bestimmtest, dass die Entstehung der Harnsäure und der aus ihr bestehenden Harnsteine von einer zu nahrhaften, zu stickstoffreichen Kost herrühre, und

1) *Fritzsche*, Bullet. de Sc. de St. Petersb. No. 107.
2) *Coindet*, Bibl. univers. de scienc. etc. T. 30. p. 507.
3) *Cap* und *Henry*, Journ. de Pharm. 1839 Mars p. 133.
4) *Coindet*, a. a. O.

dass bei Fleischkost die Harnsäure im Harn bedeutend zunehme. *Tiedemann* und *Gmelin*[1]) fanden, dass bei mit stickstofffreien Materien gefütterten Vögeln die Excremente weit weniger Harnsäure enthalten, als wenn dieselben mit Eiweiss gefüttert worden waren. Während der vielerwähnten animalischen Kost, der ich mich unterwarf, fand ich die Harnsäure im Harn nicht so relativ vermehrt, wie den Harnstoff.

Während ich nämlich in 100 Th. des festen Harnrückstands bei gemischter Kost 1,654% Harnsäure fand, erhielt ich aus dem Harnrückstand während der Fleischkost im Mittel 1,682% Harnsäure; dagegen war die absolute Menge ausgeschiedener Harnsäure weit bedeutender; denn an jedem Tage entleerte ich im Durchschnitt von 4 Untersuchungen 1,478 gr. Harnsäure.

Im Harne, der während einer dreiwöchentlichen vegetabilischen Kost gelassen wurde, war die Quantität der Harnsäure keineswegs geringer als bei gewöhnlicher gemischter Kost.

Merkwürdig ist, dass im Harn der *fleischfressenden Säugethiere* sich Harnsäure meist nur in sehr geringen Quantitäten findet (0,022% im Löwenharn nach *Hieronymi*[2]), so dass sie von *Vauquelin*[3]) sogar ganz übersehen worden war; dagegen findet sich in den Excrementen der pflanzenfressenden Vögel sehr viel Harnsäure.

Da *Haut- und Nierenthätigkeit* in einiger Wechselwirkung stehen, so könnte man wohl erwarten, dass eine gesteigerte Hautthätigkeit eine Verminderung der Harnsäure im Harne hervorbringen könne; deshalb will *Fourcroy*[4]) den Harn eines Mannes im Winter reichhaltiger an Harnsäure gefunden haben, als im Sommer, und *Marcet*[5]) behauptet, dass nach heftigem Schwitzen der Harn weniger Harnsäure enthalte. *Schultens*[6]) fand in Holland, wo wegen der grössern Feuchtigkeit der Luft die Hautausdünstung vermindert ist, 0,21 bis 0,67% Harnsäure; deshalb soll

1) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung. Bd. 2. S. 233.
2) *Hieronymi*, Jahrb. der Chem. u. Phys. 1829. Bd. 3. S. 322.
3) *Vauquelin*, Schweigg. Journ. Bd. 5. S. 175.
4) *Fourcroy*, syst. des connaiss. chimiques T. 10. p. 236.
5) *Marcet*, chem. Unters. über d. Harnsteine.
6) *Schultens*, N. Gehlen's Journ. Bd. 3. S. 4.

auch in Tropenländern die Lithiasis ganz unbekannt sein. Alle diese Versuche beweisen aber durchaus nichts, da es den Zahlen durchaus an einem Vergleichsmassstabe fehlt.

Gewöhnlich hat man nur den Morgenharn untersucht, in dem ich selbst zuweilen 0,878 $\frac{0}{0}$ Harnsäure gefunden habe; Versuche über die relativen Quantitäten der excernirten Harnbestandtheile können nur etwas bedeuten, wenn sie an einer Person und mit dem täglich hintereinander gelassenen Urine angestellt worden sind. Ich habe mich bemüht, bei obigen Grundlagen zu Resultaten über die Harnentleerung unter verschiedenen Verhältnissen zu gelangen, habe aber nichts weiter gefunden, als *dass im Winter zwar mehr Wasser durch die Harnblase entleert wird, aber im Sommer bei anhaltendem Schwitzen nicht weniger und nicht mehr feste Bestandtheile und insbesondere Harnsäure als im Winter.* Ich unterlasse es daher, hier die Zahlenverhältnisse anzuführen

Die Harnsäure pflegt aber im Harn durch ganz andre Verhältnisse vermehrt zu werden, und zwar absolut und relativ. Die hauptsächlichste Vermehrung der Harnsäure im Urin habe ich bei *unvollkommner Verdauung* gefunden: so wird gewiss von vielen beobachtet worden sein, dass selbst nach sehr kleinen abendlichen Debauchen der Morgenharn, kaum etwas abgekühlt, ein reichliches Sediment absetzt.

So bemerkte ich an mir und an einigen mir näher stehenden Personen, dass, wenn kurz vor dem Schlafengehen schwerverdauliche Speisen oder nicht sehr aromatisirte Spirituosa genossen worden waren, der Morgenharn stets ein nicht unbedeutendes Sediment absetzte und zugleich mehr Sulphate als gewöhnlich enthielt. Während nämlich im normalen Zustande das Verhältniss der Harnsäure zu Harnstoff = 1 : 28 bis 30 ist, fand ich im Harn, der nach Indigestion gelassen worden, das Verhältniss 1 : 23 bis 26, und das Verhältniss der Harnsäure zu den übrigen festen Bestandtheilen, welches ungefähr 1 : 60 ist, = 1 : 41 bis 52, so dass also der Harnsäuregehalt hier nicht nur auf Kosten des Harnstoffs, sondern auch der übrigen festen Bestandtheile des Harns vermehrt erscheint. Bei dem auffallendsten Verhältnisse fand ich nämlich in 100 Th. des festen Rückstands 2,4 Harnsäure, 35,2 Harnstoff und 62,4 andrer fester Bestandtheile; demnach waren letztere absolut vermehrt in jenem Urine enthalten.

Hiernach dürfte es wohl nicht unerwartet erscheinen, wenn wir in den Fällen von Krankheit, welche die Aerzte mit der vagen Benennung der *Stockungen im Pfortadersysteme* bezeichnen,

eine Vermehrung des Harnsäuregehalts im Urin wahrnehmen, namentlich in der *Gicht* und in den mit dieser oft abwechselnden *Hämorrhoiden*.

Bei den täglichen Krisen acuter Arthritis habe ich oft in 100 Th. des festen Rückstands 5,3 bis 7,8 Th. Harnsäure gefunden.

Der *kritische Harn* enthält 1,983 bis 4,782 % von seinen festen Bestandtheilen an Harnsäure, nachdem dieselbe gehörig von dem ihr hartnäckig anhängenden Pigmente getrennt worden ist; schon *Scheele*[1]) hat hierauf aufmerksam gemacht.

Es bedarf kaum der Erwähnung, dass bei weiten die grössre Hälfte aller bis jetzt gefundenen *Harnsteine* aus Harnsäure bestand. (Ueber deren Untersuchung s. d. 2. Th.).

Am meisten Harnsäure wird, wie schon erwähnt, unstreitig in der *Gicht* im menschlichen Organismus erzeugt; ihre Menge ist oft so gross, dass, besonders wenn sie chronisch wird, ein Theil im Organismus zurückbleibt, und dann die sogenannten Tophi und Nodi der Arthritiker bildet, welche meist aus harnsaurem Natron mit etwas harnsaurem Kalk bestehen.

Wolf[2]) hat auch im *Schweisse* der Arthritiker Harnsäure nachgewiesen, was mir jedoch nicht geglückt ist.

Ursprung. Die Harnsäure stellt sich überall, wo wir sie gefunden haben, als ein *Excretionsproduct* heraus, als ein dem thierischen Organismus unnütz und fremdartig gewordener Körper. Es würde also nur die Rede davon sein, wo sie gebildet wird, wie und woraus sie entsteht, und auf welche Weise sie ausgeschieden wird, wenn wir überhaupt im Stande wären, alle diese Fragen zu beantworten. Berücksichtigen wir zunächst die Vermehrung der Harnsäure bei reichlicher animalischer Kost, so gelangen wir zu demselben Resultate, wie beim Harnstoff; wir können nämlich zwar durchaus nicht in Abrede stellen, dass die Harnsäure sich wenigstens zum Theil im Gefässsysteme aus den durch die gewöhnliche Thätigkeit des gesunden Organismus, so wie durch die abnorme Action des kranken Thierkörpers (in Fiebern) unbrauchbar gewordenen Stoffen entsteht: allein sehen wir,

1) *Scheele*, Opusc. chem. et phys. T. 2. p. 73.

2) *Wolf*, Dissert. sist. casum Calculositatis. Tubing. 1817.

dass durch die blosse Vermehrung stickstoffhaltiger Nahrungsmittel oder durch überreichen Genuss nahrhafter Speisen die Harnsäurebildung vermehrt wird, so sind wir zu keinem andern Schlusse berechtigt, als dass der Ueberschuss an Nahrungsmaterial zwar von den Lymphgefässen aufgenommen, im weitern Gefässsystem aber alsbald, zu Harnstoff und Harnsäure umgearbeitet, durch die Nieren wieder ausgeschieden wird. Hat der Körper nicht durch vermehrte Anstrengung einen Verlust an fester Stoffmasse erlitten, ist die zugeführte Nahrung mehr als zureichend zum Ersatz des Untauglichgewordenen, so wird jener Ueberschuss an Stoffmaterial, gleich dem Untauglichen, als überflüssig und dem Organismus fremd, aus dem Blute und der ganzen Säftemasse wieder entfernt; es wird ausser Harnstoff und andern Materien Harnsäure gebildet, die aus dem Organismus ganz auszuscheiden die Nieren oft nicht im Stande sind. Wir sehen daher, dass fleischfressende Thiere in Menagerien sehr häufig von Gicht befallen werden; diese zuweilen kärglich gefütterten Thiere nehmen doch mehr stickstoffhaltiges Material in sich auf, als zum Ersatz der bei ihrer unnatürlichen Ruhe unbrauchbar gewordenen Stoffmasse erforderlich ist. Arthritiker, welche unter ungebildeten Nationen nie vorkommen, sind zumeist Personen, die ein sogenanntes gutes Leben führen; reichlicher Fleischgenuss sammt einem guten Glase Wein und gemächlicher Bewegung geben die Disposition zur Arthritis, obgleich mir recht wohl bekannt, dass das Wesen der Arthritis noch in etwas anderm liegt, und nicht alle Arthritiker sich jener glücklichen Lebensumstände erfreuen. Soviel ist aber unbestreitbar und durch tagtägliche Erfahrung leicht darzuthun, dass Fleischkost und Wein Arthritikern und Hämorrhoidariern höchst nachtheilig ist.

Der Zusammenhang zwischen Gicht und Hämorrhoiden ist von den Aerzten längst als erwiesen angenommen, soll doch eine Generation um die andre an Gicht und in derselben Familie eine um die andre wieder an Hämorrhoiden vorzugsweise leiden.

Ich erwähne rücksichtlich dieses Satzes, mich gar nicht auf die bekannte ärztliche Erfahrung berufend, dass *Prof. Hasse* und ich bei Fleischkost bald Hämorrhoidalcongestionen empfanden, während ein zur Gicht sehr disponirter Freund von mir nach dem Genusse von etwa einem Nösel Wein sogleich Schmerzen an den Knöcheln empfindet.

Bei andern körperlichen Constitutionen können obige Verhältnisse Veranlassung zu Harnsteinbildung geben; der zuweilen wohl etwas phlegmatische Holländer, dem Fleischgenusse ergeben, muss nothwendiger Weise, da er bei einiger Ruhe sich nicht völlig ausarbeitet, zu Harnsäure- und Harnsteinbildung Veranlassung geben, daher *Schultens'* Beobachtung an sich wohl richtig sein kann, allein das von ihm angeführte ätiologische Moment noch fraglich sein dürfte, zumal da der Urin des nicht schwitzenden Hunde- und Katzengeschlechts nur wenig Harnsäure enthält.

Die längst veraltete Ansicht, dass die kritischen Ausleerungen acuter Krankheiten der Krankheitsstoff selbst, die materiae peccantes seien, ist nur noch wegen der grossen Rolle, die sie einst in der Medicin gespielt, historisch merkwürdig; wir glauben jetzt, dass die während des Fiebers durch den thätigen Stoffwechsel unbrauchbar gewordenen und bei der allgemeinen Aufregung und der mehr oder weniger gehemmten Function der Excretionsorgane im Körper zurückgehaltenen Stoffe ziemlich schnell und in Menge ausgestossen werden, sobald einmal der Organismus in den normalen Zustand zurückzukehren strebt und jene Organe wieder ihre Function zu verrichten anfangen. Die Krisen sind wohl daher nicht immer Product der während der Krankheit abnormen Thätigkeit, sondern oft nur die während der Verstopfung der Ausflusscanäle zurückgehaltenen Stoffe, wie in den gewöhnlichen Fiebern; dagegen in der Gicht, im acuten Rheumatismus, und besonders in exanthematischen und ansteckenden Krankheiten der Krankheitsprocess selbst abnorm auf die Säftemasse und die Gewebe einwirkt, so dass die heterogenen, untauglichen Stoffe während der sogenannten Krisen durch den normalen Chemismus des Thierkörpers in die gewöhnlichen Ausscheidungsstoffe umgewandelt werden, um durch die gewöhnlichen Abzugscanäle entfernt werden zu können. Findet dagegen diese gewöhnliche Umwandlung der durch den Krankheitsprocess untauglich gewordenen Stoffe nicht statt, so können diese nicht durch die Nieren, Haut und Leber ausgeschieden werden, sondern es bilden sich an andern Stellen Ablagerungen von Stoffen, die mit den gewöhnlichen kritisch excernirten Stoffen oft nicht die geringste Aehnlichkeit haben; so entstehet oft bei Mangel an Umwandlungsvermögen abnorme Ablagerung im Darmkanal als typhus abdominalis u. s. w.

Wir haben in dem Obigen besonders hervorgehoben, dass sich im Urine eine grössere Harnsäuremenge zeigt, wenn die Verdauung selbst bei völliger Fieberlosigkeit nicht gehörig von Statten gegangen ist; hieher zählen wir auch die Fälle, wo der Genuss von Wein und andern Spirituosis zu vermehrter Harnsäureausscheidung Veranlassung giebt; physiologische und physiologisch-chemische Versuche haben längst dargethan (siehe *Pepsin*), dass die Verdauung durch Spiritus und Spirituosa gehemmt wird; jeder chemische und auch dieser chemisch-physiologische Process der Magenverdauung wird dadurch entweder aufgehoben oder wenigstens sehr gehemmt; die Liqueure wirken als Digestiva höchstens nur, weil sie ihres Aroms wegen den Säftezufluss zum Magen vermehren. Wir finden also nach obigen Thatsachen eine vermehrte Harnsäureausscheidung, wenn die Anähnlichung der nährenden Materie in den ersten Wegen alienirt ist. In diesem Falle so wie bei Ueberladung des Magens mit schwerverdaulichen oder zu viel Stoffen findet ohne alle fieberhafte Aufregung des Körpers, wie ich genau und wiederholt beobachtet habe, eine vermehrte Ausscheidung von Harnsäure statt. Diese Erscheinung, welche wir auch bei chronischer Gicht und Hämorrhoidalleiden zuweilen beobachten, lässt sich nicht anders erklären, als dadurch, dass wir annehmen, die stickstoffhaltigen Nährstoffe seien in den ersten Wegen nicht gehörig zur weitern Assimilation in den Vasis und glandulis chyliferis und im Blutgefässsysteme vorbereitet worden, erschienen in den Blutstrom gebracht der wahrhaft plastischen Materie unähnlich und fremdartig, und würden dann gleich den bei animalischer Kost der Säftemasse zu reichlich zugeführten Nährstoffen in excrementielle, oder excernirbare Stoffe umgewandelt und hauptsächlich durch den Harn als Harnsäure entfernt. Wie hier bei momentaner Störung der Assimilation in den ersten Wegen, so mag in der Gicht und den Hämorrhoiden bei anhaltender Störung die Harnsäurebildung zu erklären sein; wir können daher nicht umhin, in den Hämorrhoiden und besonders in der Gicht alle drei von uns angeführten Momente, als auf die Harnsäurebildung influenzirend, geltend zu machen.

Nur schliesslich sprechen wir unsre in dem Obigen bereits supponirte Meinung über den *Ort der Entstehung* der Harnsäure dahin aus, dass die Harnsäure gleich dem Harnstoff nur durch die

Nieren excernirt, nicht aber daselbst erst durch irgend eine Kraft gebildet werde. Die Wahrscheinlichkeit dieser Meinung dürfte schon aus dem, was wir über die vermehrte Ausscheidung der Harnsäure eben gesagt haben, zur Gnüge hervorgehen; überdiess ist es aber wohl kaum denkbar, dass die Harnsäure, wenn sie erst in den Nieren gebildet würde, von dort oder der Harnblase aus wieder aufgesogen werde, und ihren Weg nach verschiedenen Theilen des Körpers und insbesondre nach den Gelenken hinnähme. Dass Harnsäure nie im Blute gefunden worden ist, kann uns unmöglich Wunder nehmen, wenn wir erwägen, dass selbst der in 29 mal grössrer Menge vorkommende Harnstoff nie in gesundem Blute gefunden wurde. Wir können daher keiner andern Meinung unsern Beifall geben, als der, dass die Harnsäure, gleich dem Harnstoff, aus den unbrauchbaren Stoffen im Blute und hauptsächlich in den Haargefässen vielleicht durch Vermittlung des aus den Lungen zugeführten Sauerstoffs gebildet, und durch die Nieren blos hindurchgeseiht werde. Dass übrigens die Harnsäure ihres grossen Stickstoffreichthums wegen nur aus stickstoffhaltigen Körpern gebildet werden könne, versteht sich von selbst; ob sie aber aus Proteinverbindungen oder leimgebenden Stoffen hervorgehe, diese Frage muss zur Zeit dahingestellt bleiben.

Die hypothetische Zusammensetzung der Harnsäure aus Harnstoff und Urilsäure kann darüber durchaus keinen Aufschluss geben, da gerade die schönen Untersuchungen von *Wöhler* und *Liebig* über die Zersetzungsproducte der Harnsäure Beispiele genug anführen, wo sich Harnstoff aus Körpern erzeugt, in denen weder er noch sein präsumtives Radical möglicherWeise enthalten gewesen sein konnte; *Berzelius* ist noch aus andern Gründen jener Hypothese nicht zugethan. Es würde daher Jemand Hypothese auf Hypothese gründen, wollte er sich bemühen, zu beweisen, dass der aus Protein entstandene Harnstoff erst später mit Urilsäure verbunden würde, diese aber irgendwo anders her ihren Ursprung nähme.

Harnoxyd.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper, welcher auch *Xanthoxyd*, *harnige Säure* genannt worden ist, bildet frisch gefällt ein weisses, weder krystallinisches, noch gallertartiges Pulver, getrocknet aber blassgelbliche harte Stücken, welche durch Reiben wachsglänzend werden; er löst sich nur in geringer Menge in Wasser, nicht in Alkohol und Aether auf, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, beim Erhitzen wird er ohne zu schmelzen zersetzt, entwickelt viel Blausäure, aber keinen Harnstoff und dabei noch einen eigenthümlichen Geruch.

Zu *Basen* besitzt es nur sehr geringe Verwandtschaft und unterscheidet sich eben hierdurch besonders von der Harnsäure; in Ammoniak ist es leichter löslich als Harnsäure; nach dem Verdampfen einer solchen Lösung erhält man eine gelbliche, sich abblätternde Masse, welche nur wenig Ammoniak enthält; deshalb giebt auch eine Auflösung von Harnoxyd in Kalilauge mit Salmiak keinen Niederschlag oder wenigstens nicht eher, als bis alles Ammoniak verdunstet ist. In ätzenden Alkalien löst es sich sehr leicht auf, wird aber daraus durch Hineinleiten von Kohlensäure vollständig als Pulver, (nicht als Gallerte, wie die Harnsäure) gefällt, ohne eine Spur von Kali zu enthalten, während die Harnsäure dadurch als neutrales harnsaures Kali gefällt wird.

Von der Harnsäure unterscheidet es sich besonders noch durch sein Verhalten gegen Salpetersäure und Schwefelsäure. Von heisser *Salpetersäure* wird es nämlich ohne Gasentwicklung und weit langsamer als Harnsäure aufgelöst; bei vorsichtigem Verdunsten dieser Lösung bleibt eine citronengelbe Masse zurück, welche durch Ammoniakdunst nicht roth gefärbt wird; dagegen wird dieser Rückstand von Aetzkali mit rothgelber Farbe aufgelöst und durch Salmiak wieder gelb gefällt, beim Verdunsten der Kalilösung aber als rothe Masse erhalten. In *Schwefelsäure* löst sich das Harnoxyd mit gelblicher Farbe auf, wird aber durch Wasser

nicht daraus gefällt; in Salzsäure und Oxalsäure ist es so gut wie unlöslich; hierdurch unterscheidet es sich vom *Cystin.*

Zusammensetzung. Nach der Analyse von *Liebig* und *Wöhler*[1]) besteht das Harnoxyd aus

	gefunden	Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	2,95	2	2,60
Kohlenstoff	39,28	5	39,86
Stickstoff	36,35	2	36,72
Sauerstoff	21,42	2	20,82

Da dieser Körper hiernach gerade 1 Aequiv. Sauerstoff weniger als die Harnsäure enthält, so hat man ihn für eine niedrigere Oxydationsstufe desselben Radicals angesehen; indessen würde diese an sich nicht unwahrscheinliche Ansicht falsch sein, wenn sich erwiese, dass dieser Körper chemisch gebundenes Wasser enthält. Ist jedoch dieser Körper wirklich eine niedere Oxydationsstufe, so können wir in der Harnsäure auch keinen Harnstoff annehmen; eine Hypothese schliesst die andre aus.

Darstellung. Man löst Harnsteine, in welchen dieser Körper vorkommt, in Kalilauge auf, und schlägt aus der filtrirten Flüssigkeit das Harnoxyd mit Kohlensäure nieder.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Harnoxyd wurde zuerst von *Marcet* in einem menschlichen Blasensteine gefunden, und von demselben wegen des Verhaltens gegen Salpetersäure Xanthoxyd genannt. Nur *Stromeyer* fand später denselben Stoff in einem grössern Blasensteine eines Bauerknaben; aus letztern erhielten *Liebig* und *Wöhler* das Material zu ihrer Analyse. *Jackson*[2]) glaubte in einem diabetischen Harne Harnoxyd gefunden zu haben, allein aus den angeführten Versuchen dürfte wohl nicht auf dessen Gegenwart mit Bestimmtheit geschlossen werden können.

In den Sedimenten, die man im diabetischen Harn beobachtet, habe ich nie etwas dem Harnoxyd ähnliches gefunden. Bei den Untersuchungen von wenigstens 120 freiwilligen Sedimenten des Harns

1) *Liebig* und *Wöhler*, Pogg. Ann. Bd. 41. S. 393.

2) *Jackson*, Arch. d. Pharm. Bd. 11. S. 182.

von den verschiedensten Kranken konnte ich aller Bemühungen ungeachtet nie Harnoxyd entdecken.

Ursprung. Bei diesem Stande der Sache lässt sich nichts über die Entstehung des Harnoxyds sagen.

Um etwa zu erfahren, ob sich das Harnoxyd bei unzureichendem Sauerstoffzutritt im Körper bilde und demnach auch vielleicht aus der Harnsäure durch Desoxydation hergestellt werden könne, versetzte ich eine Lösung von Harnsäure in Kalilauge mit Eisenvitriol; eine Lösung derselben in Schwefelsäure mit Zink, so dass sich Wasserstoff entwickelte und brachte Harnsäurehydrat mit schwefliger Säure und phosphoriger Säure zusammen: allein durch keines dieser Mittel gelang mir die Umwandlung von Harnsäure in Harnoxyd.

Harnfarbstoff.

Chemisches Verhalten.

Der Harnfarbstoff gehört mit zu denjenigen Materien des thierischen Körpers, welche von den Chemikern meist mit dem Namen der Extractivstoffe belegt werden. Dieser Körper würde hier kaum einer Erwähnung werth sein, wenn er nicht in der That in mancher Hinsicht als Farbstoff sich distinguirte, und in andrer Hinsicht auch ein physiologisches Interesse erregte.

Eigenschaften. Diese können nur im Allgemeinen angegeben werden, da er gleich andern Extractivstoffen, gemengt mit Salzen und organischen Materien ist, namentlich mit der, die *Berzelius Halophil* oder in Wasser und absolutem Alkohol löslichen Extractivstoff nennt.

Dieser Farbstoff bildet immer eine röthlichbraune, extractartige Materie, von bitterlich salzigem Geschmack, gewöhnlich etwas nach Harn riechend, löslich in Wasser und absolutem Alkohol mit bernsteingelber Farbe oder braungelber Farbe, röthet Lackmus wegen Milchsäuregehalt. Beim Erhitzen schmilzt dieser Körper, bläht sich auf und entwickelt einen höchst ekelhaften Ge

ruch, der anfangs der Häringslacke ähnlich, später ammoniakalisch ist.

Sich selbst überlassen geht dieser Stoff sehr schnell in Fäulniss über, und entwickelt dann den eigenthümlichen Geruch faulenden Harns; er giebt daher wohl auch den ersten Anlass zur Zersetzung des Urins und des Harnstoffs insbesondre.

Sehr geneigt ist dieser Körper sich mit andern Stoffen zu vereinigen, mit Mineralsalzen sowohl als organischen Materien; allen löslichen Alkalisalzen, deren Löslichkeit in Alkohol er etwas modificirt, hängt er so hartnäckig an, dass er von diesen gar nicht getrennt werden kann, und bei Zersetzungen immer dem Salze folgt; vom Harnstoff lässt er sich nur schwer durch wiederholtes Umkrystallisiren trennen; die Harnsäure begleitet er so constant, dass einige, wie *Duvernoy* [1]), ihm die Fähigkeit zuschreiben, die Harnsäure im Urin in Lösung zu erhalten.

Quecksilberchlorid und Gerbsäure bewirken keine Fällungen. Salzsäure und Zink entfärben die wässrige Lösung nach längerer oder kürzerer Zeit; stärkere Säuren, selbst Oxalsäure, sowie auch Zinnchlorür färben die wässrige Lösung roth. Durch Alkalien, Schwefelammonium, Eisenvitriol, Alaun und Alaunerde wird die Farbe der Lösung des Harnfarbstoffs nicht merklich verändert. Von thierischer Kohle wird der Harnfarbstoff sehr leicht aufgenommen. Von basisch-essigsaurem Bleioxyd wird die Lösung gefällt, die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit bleibt indessen schwach gelblich. An der Luft wird der Körper lebhaft roth gefärbt, vorzüglich, wenn er der Harnsäure anhaftend, ziemlich trocken der Luft ausgesetzt wird.

D a r s t e l l u n g. Um den Harnfarbstoff möglichst unverändert zu erhalten, ward ein möglichst concentrirter Morgenharn nur unter der Luftpumpe neben Schwefelsäure abgedampft, der Rückstand mit absolutem Alkohol ausgezogen, der Harnstoff durch Krystallisation und Auspressen zwischen Fliesspapier entfernt; das Papier, welches den extractähnlichen Körper aufgenommen hatte, mit Alkohol ausgezogen, und der Rückstand dieser Lösung noch mit Aether extrahirt; oder die gefärbte Harnsäure mit Wasser ausgekocht, die Lösung verdunstet, und der Rückstand mit

1) *Duvernoy*, a. a. O.

Alkohol extrahirt. Um die Farbenveränderungen der Harnfarbstofflösung zu studiren, wendete ich einen durch Gefrieren möglichst concentrirten Harn an, so wie eine Lösung, erhalten durch Auflösen von gefärbter Harnsäure in Aetzkali und Fällen der letztern durch Salzsäure.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Der Harnfarbstoff findet sich, wie schon sein Name zeigt, im Harn, bald in grössrer, bald in geringerer Menge, wie wir wenigstens zum Theil aus der Farbe des Harns schliessen können; indessen dürfen wir nicht immer daraus, dass ein Harn sehr tingirt ist, entnehmen zu können glauben, dass der Farbstoff im Verhältniss zu den übrigen Bestandtheilen in grösserer Menge vorhanden sei; denn so ist der Morgenharn meist weit tingirter als der den Tag über gelassene; allein hier hat die Quantität des Farbstoffs relativ durchaus nicht zugenommen. Wir sind hingegen schon in dem Obigen zum Theil durch directe Versuche zu der Ansicht gekommen, dass der Harnfarbstoff zuweilen auf Kosten andrer Bestandtheile des Harns zunehme, insbesondre haben wir schon darauf aufmerksam gemacht, dass bei Pflanzenkost und besonders nach mehrtägigem Genusse von Zucker der Harnstoff sich relativ verringere, während der extractartige Farbstoff an Menge bedeutend zunimmt; bei Fleischkost ist dagegen der Harn sehr wenig tingirt, nur hellgelb, ganz so wie wir ihn bei allen fleischfressenden Thieren finden; durch Salpetersäure schied ich ganz weissen, völlig farblosen Harnstoff während der Fleischkost aus dem Morgenharn aus, ganz so wie *Vauquelin* hervorhebt, dass er unmittelbar auf gleiche Weise einen farblosen Harnstoff aus dem Harne der Löwen und Tieger erhalten habe. Man dürfte hier nun wohl glauben können, dass dieser durch kein Abdampfen veränderte Harn an sich einen weniger gefärbten salpetersauren Harnstoff liefere, als der durch Abdampfen etwas gebräunte; allein der durch Gefrieren concentrirte Morgenharn, welcher ebenfalls sogleich mit Salpetersäure krystallinisch erstarrt, lieferte mir nie farblosen salpetersauren Harnstoff. Es ist also gewiss, dass bei Fleischkost die Quantität des Farbstoffs im Verhältniss zum Harnstoff und der Harnsäure sich im Urine verringert. Hier-

aus scheint hervorzugehen, dass stickstoffarme Nahrung den Farbstoff im Harne vermehrt; diess kann man selbst bei pflanzenfressenden Thieren, vorzüglich bei Pferden auf dem Lande sehen, welche im Sommer, wo sie sehr wenig Hafer, keine Kleie, etwas Heu, aber viel Grünes geniessen, einen weit tingirteren Harn lassen, als im Winter, wo sie mit mehr stickstoffhaltiger Nahrung gefüttert werden.

Kaum bedarf es der Erwähnung für den Arzt, dass der Harnfarbstoff in fieberhaften Krankheiten sehr vermehrt ist; wir beobachten die Urina flammans während des Höhepunktes des Fiebers, und sehen dann später mit der kritisch entleerten Harnsäure immer viel Pigment ausgeschieden, ein Pigment, welches sich insbesondre durch seine Oxydirbarkeit auszeichnet; der gelbrothe Harnsäureniederschlag färbt sich auf seiner Oberfläche sehr schnell lebhaft scharlachroth; dieses Pigment scheint etwas verschieden von dem gewöhnlichen Harnfarbstoffe, indessen giebt es dieselben Reactionen wie sie eben von dem gewöhnlichen Pigmente angeführt sind. Sicher ist dieser Farbstoff verschieden von dem, welcher im Urine zuweilen während eines status nervosus enthalten zu sein pflegt; letztrer besitzt nicht die Oxydirbarkeit, während die eben angeführten Reactionen im Uebrigen auch auf diesen passen.

Landerer will den rothen Harnfarbstoff im Schweisse der Achselhöhlen eines fieberkranken Mädchen gefunden haben.

Der *Prout*'sche Harnfarbstoff, durch Schwefelsäure aus dem Harne ausgeschieden, ist ein harziges Zersetzungsproduct.

Der blaue und schwarze, in Krankheiten vorkommende Farbstoff ist sehr selten beobachtet und gar nicht untersucht worden.

Ursprung. Dass der Harnfarbstoff dem Thierkörper nicht von aussen zugeführt wird, sondern ein reines, von den Nieren ausgeschiedenes Zersetzungsproduct ist, gebildet aus untauglich gewordenen Thierstoffen, und dass er auch zum Theil wohl aus stickstofffreien Nahrungsmitteln erzeugt wird, geht wohl aus dem Obigen zur Gnüge hervor; ja es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieser Stoff, so wie wir ihn kennen, bereits in der Harnblase sich zu zersetzen angefangen hat; er ist ein in Zersetzung begriffener, stickstoffhaltiger Körper, der an der Luft noch schneller verwesend die baldige Zersetzung des Urins bedingt; er ist die wahre

Hefe des Urins, deshalb können wir ihn auch nie rein erhalten, deshalb zeigt er sich so proteusartig, bald diesem bald jenem Theile mehr anhängend, bald dunkler, bald lichter gefärbt; deshalb scheidet sich die Harnsäure auch erst vollständig aus dem Harne aus, wenn derselbe bereits einige Zersetzung erlitten hat und nicht wenn derselbe blos erkaltet ist, deshalb ist endlich dieser Stoff, der sich eigentlich nicht als reines Pigment repräsentirt, auch immer in Begleitung von Extractivstoffen gefunden worden, weil er, wie diese, meist in steter Umwandlung begriffen ist, und darum nicht von dem Chemiker in bestimmter Form festgehalten werden kann. Aus welchen Stoffen sich dieser Körper insbesondre bildet, kann nach dem Stande der Sache durchaus nicht einmal muthmasslich entschieden werden, da vielleicht mehr als ein Stoff zu seiner Bildung beiträgt.

Allantoin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper bildet farblose, harte Prismen von rhomboedrischer Grundform, starkem Glasglanz, ohne Geruch und Geschmack, löst sich in 160 Th. kaltem Wasser, leichter in heissem; aus der heissen Alkohollösung krystallisirt das Allantoin beim Erkalten; es ist luftbeständig, röthet Lackmus nicht, wird beim Erhitzen verkohlt, ohne zu schmelzen. Durch Kochen mit Salpetersäure wird es ohne Entwicklung von salpetriger Säure zersetzt, es bildet sich dabei eine krystallisirbare, noch nicht untersuchte Säure. Durch andre concentrirte Säuren oder ätzende Alkalien wird es beim Kochen in Ammoniak und Oxalsäure zerlegt. Es lässt sich mit Silberoxyd und Bleioxyd verbinden, bildet aber mit Alkalien keineswegs Salze.

Zusammensetzung. *Liebig* und *Wöhler*[1]) fanden das krystallisirte Allantoin zusammengesetzt aus

1) *Liebig* und *Wöhler*, Pogg. Ann. Bd. 31. S. 561.

	gefunden		Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	3,83	4,39	6	3,75
Kohlenstoff	30,60	30,35	8	30,66
Stickstoff	35,45	35,40	4	35,50
Sauerstoff	30,12	29,66	6	30,09

Bei der Vereinigung des Allantoins mit Silberoxyd verliert erstres 1 Aequiv. Wasser, so dass das wasserfreie Allantoin $= H^5 C^8 N^4 O^5$ und sein Aequivalent $= 1882{,}048$.

Dieser Zusammensetzung nach lässt sich die Zersetzung des Allantoins in Ammoniak und Oxalsäure leicht einsehen. Das Allantoin nimmt nur 6 Aequiv. Wasser auf, um 4 Aequiv. Ammoniak und 4 Aequiv. Oxalsäure zu geben, nämlich $H^6 C^8 N^4 O^6 + H^6 O^6 = H^{12} N^4 + C^8 O^{12}$.

Darstellung. Dampft man die Allantoisflüssigkeit der Kuh bis ungefähr auf ¼ ihres Volumens ein, so krystallisirt der fragliche Körper heraus; durch Umkrystallisiren wird er gereinigt. Der künstlichen Bildungsweise des Allantoins aus Harnsäure durch Sieden derselben mit Bleihyperoxyd ist bereits oben S. 348 Erwähnung gethan; aus der vom oxalsauren Bleioxyd abfiltrirten Flüssigkeit scheiden sich beim Erkalten die Krystalle des Allantoins aus.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Allantoin glaubten *Vauquelin* und *Buniva*[1]) im Liquor amnios von Kühen gefunden zu haben, allein *Lassaigne*[2]) bewiess, dass es dem Liquor Allantoidis eigenthümlich sei.

Ursprung. Obgleich nur Excretionsproduct in der Harnblase des Fötus, ist das Allantoin doch nie im Harne Neugeborner oder älterer Personen noch sonst irgendwo gefunden worden. Auffallend ist die Thatsache allerdings, dass der Körper, welcher sich als natürlicher Bestandtheil des Fötusharns zeigt, aus der Harnsäure des Urins Respirirender mit solcher Leichtigkeit hergestellt werden kann. Ein auf chemische Principien reducirbarer

1) *Vauquelin* und *Buniva*, Scherer's Journ. Bd. 6. S. 211.

2) *Lassaigne*, Annal. de Chim. et ed Phys. T. 17. p. 301.

Zusammenhang zwischen der Harnsäure und dem Allantoin dürfte aber aus jener Thatsache noch keineswegs herzuleiten sein, noch gar irgend etwa eine Behauptung aufzustellen sein, wie die, dass etwa die Harnsäure im respirirenden Organismus aus Allantoin und Harnstoff sich zusammensetze. Die excernirten Körper sind fast sämmtlich Zersetzungsproducte der verbrauchten organischen Stoffe; die stickstoffhaltigen Körper sind erwiesener Massen leicht wandelbar; die Art, wie die Atome sich zusammenlagern, um neue Verbindungen einzugehen, hängt daher lediglich von den Verhältnissen ab, unter welchen die Atome aus einer andern Verbindung ausgeschieden und gleichsam zu freier Bewegung gelassen werden. Ein physiologischer Zusammenhang zwischen Harnsäure und Allantoin bleibt darum immer, denn wir sehen ebendaraus, dass aus der einen das andre hergestellt worden, wie ähnlich constituirte Körper in ähnlichen Fällen der thierischen Stoffmetamorphose gebildet und ausgeschieden werden.

Harnbenzoesäure.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure bildet lange, vierseitige, zweiflächig zugespitzte Prismen, ist weiss, durchscheinend, geruchlos, von schwach bitterlichem, aber nicht sauerm Geschmack, löst sich in 400 Th. kalten Wassers, in jeder Menge heissen Wassers auf; aus letztrer Lösung schiesst sie bei schnellem Erkalten in glänzenden Krystallflimmerchen, bei langsamem Abkühlen in langgestreckten, meist gestreiften Prismen an; in Alkohol löst sie sich sehr leicht auf, aber nur wenig in Aether; die kalte wässrige Lösung röthet sehr stark Lackmus.

Bei gelindem *Erhitzen* schmilzt die Harnbenzoesäure ohne Abgabe von Wasser zu einem ölartigen Liquidum, welches beim Erkalten zu einer krystallinischen, milchweissen Masse erstarrt; bei stärkerm Erhitzen entsteht ein krystallinisches Sublimat von

Benzoesäure und benzoesaurem Ammoniak, zugleich entstehen rothe, ölartige Tropfen, welche einen eigenthümlichen Geruch nach Tonkabohnen oder frischem Heu verbreiten, nach dem Erkalten erstarren, und sich nicht in Wasser, wohl aber in Alkohol und Ammoniak auflösen; bei stärkerm Glühen entwickelt sich deutlicher Blausäuregeruch und zurück bleibt eine poröse Kohle.

In kochender *Salzsäure* löst sie sich ohne Zersetzung auf, ebenso in *Schwefelsäure* bei gelinder Wärme, kocht man jedoch letztre Auflösung, so schwärzt sich die Flüssigkeit und es entwickelt sich Benzoesäure und schweflige Säure. Von *Chlor* wird die Harnbenzoesäure nicht verändert; mit *Schwefelsäure* und *Braunstein* erhitzt, zersetzt sie sich in Kohlensäure, Ammoniak und Benzoesäure, mit frisch bereitetem *Bleihyperoxyd* in Benzamid und Kohlensäure.

Im Harn der Thiere scheint eine eigenthümliche Substanz enthalten zu sein, durch deren Vermittlung sie sich in Benzoesäure verwandelt; wenigstens hat man gefunden, dass Harn, der einige Zeit gestanden hat, keine Harnbenzoesäure mehr, sondern reine Benzoesäure enthält.

Mit *Kalkhydrat* oder *Aetzkali* erhitzt, entwickelt sie Ammoniak und Benzin (*Liebig's* Benzol), im Rückstande findet sich nur kohlensaures Alkali ohne Spur von Cyanmetall.

Mit *Alkalien* und *alkalischen Erden* bildet die Harnbenzoesäure in Wasser lösliche, krystallisirbare *Salze* von bitterm Geschmack; die harnbenzoesauren *Metalloxyde* sind schwerlöslich in kaltem Wasser, etwas leichter in heissem; durch stärkere Säuren werden alle hippursauren Salze zersetzt.

Zusammensetzung. *Liebig*, *Dumas* und *Mitscherlich* haben folgende Zusammensetzung der krystallisirten Harnbenzoesäure gefunden

	Liebig	*Dumas*	*Mitscherlich*	Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	4,959	4,9	4,98	9	4,92
Kohlenstoff	60,742	60,5	60,63	18	60,76
Stickstoff	7,816	7,7	7,90	1	7,82
Sauerstoff	26,483	26,9	26,49	6	26,50

Das Aequivalent der Harnbenzoesäure $= H^8 C^{18} N O^5 + HO$ wäre demnach $=$ 2152,755.

Wir haben die Elementaranalysen ausführlicher angegeben, um die grosse Uebereinstimmung in den Resultaten rücksichtlich der empirischen Zusammensetzung darzuthun; um so verschiedener sind die Ansichten der Gelehrten über die rationelle Formel, welche der Harnbenzoesäure zu geben ist. Die theoretische Zusammensetzung ist auch für die Physiologie von Wichtigkeit. Da diese Säure bei ihrer Zersetzung reine Benzoesäure zu liefern so sehr geneigt ist, und sich in vieler Hinsicht der Benzoesäure sehr ähnlich verhält: so glaubte *Berzelius*, diese Säure dürfte aus einem organischen Oxyd $= H^4 C^4 N O^2$ und gewöhnlicher Benzoesäure bestehen, und gleich der Indigschwefelsäure sich mit Basen ohne Abscheidung jenes Oxyds verbinden; allein hiergegen spricht die Bildung von Benzamid bei der Behandlung jener Säure mit Bleihyperoxyd, denn es lässt sich nicht wohl denken, dass durch ein Hyperoxyd die Desoxydation der Benzoesäure bedingt werde. *Pelouze*[1]) schloss dagegen aus dem Verhalten der Harnbenzoesäure gegen Braunstein und Schwefelsäure und der Zusammensetzung der von *Winkler* entdeckten Mandelsäure, welche unzweifelhaft aus Ameisensäure und Bittermandelöl (Benzoylwasserstoff) besteht, dass die Harnbenzoesäure dieser ähnlich aus 1 Aequiv. Blausäure, 1 Aequiv. Bittermandelöl und 1 Aequiv. Ameisensäure bestehe; denn $H C^2 N + H^6 C^{14} O^2 + H C^2 O^3 = H^8 C^{18} N O^5$. Bei dieser Zusammensetzung der Harnbenzoesäure könnte allerdings die Einwirkung von Schwefelsäure und Braunstein kaum eine andre sein, da das flüchtige Bittermandelöl bekanntlich so leicht durch Oxydation in Benzoesäure und die Ameisensäure in Kohlensäure und Wasser sich zersetzen, während die Blausäure bekanntlich sehr leicht mit 3 Aequiv. Wasser in Ameisensäure und Ammoniak zerfällt ($H C^2 N + H^3 O^3 = H C^2 O^3 + H^3 N$): allein abgesehen davon, dass sich doch, wenigstens nach analogen Behandlungsweisen zu schliessen, etwas unzersetzte Ameisensäure zeigen sollte, so wird die Harnbenzoesäure leider durch andre oxydirende Körper nicht auf gleiche Weise zersetzt, was doch bei Annahme jener Zusammensetzung unstrei-

1) *Pelouze*, Ann. de Pharm. Bd. 26. S. 60. Comptes rendus 1838. No. 7.

tig der Fall sein müsste; deshalb hat *Fehling*[1]) aus dem Verhalten der Harnbenzoesäure gegen Bleihyperoxyd und Wasser einen ganz andern Schluss über die theoretische Zusammensetzung jener Säure gezogen; da sich nämlich Benzamid aus der Harnbenzoesäure mit Bleihyperoxyd bildet, so nimmt er das Benzamid als präformirt in der Harnbenzoesäure an, und glaubt, dass die zugleich sich bildende Kohlensäure von der Oxydation einer der *Aconit-*, *Fumar-* oder *Maleinsäure* isomeren Säure herrühre; die rationelle Formel der fraglichen Säure ist demnach $= H^7 C^{14} N O^2 + H^1 C^4 O^3$. Können wir auch diese letztere Ansicht nicht als unbedingt erwiesen ansehen, so geht doch wohl soviel mit einiger Bestimmtheit aus den Zersetzungsweisen der Harnbenzoesäure und den darauf begründeten Ansichten über ihre Zusammensetzung hervor, dass in der Harnbenzoesäure schon das Benzoyl ($H^5 C^{14} O^2$), das der Benzoesäure ($= H^5 C^{14} O^2 + O$) dem Bittermandelöl ($H^5 C^{14} O^2 + H$) und dem Benzamid ($H^2 N + H^5 C^{14} O^2$) gemeinschaftliche Radical verborgen liegen müsse; die Zukunft muss auch hierüber erst noch Aufschluss geben.

Darstellung. Dampft man frischen Pferde- oder Rindviehharn bei gelinder Wärme auf $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ seines Volumens ein und setzt dann Salzsäure zu, so scheidet sich unreine Harnbenzoesäure als gelbbraune krystallinische Masse aus; dieselbe wird nun mit Kalkmilch und etwas Chlorkalk gekocht, bis der Harngeruch verschwunden ist; hierauf filtrirt man durch Thierkohle, und versetzt die noch heisse Flüssigkeit mit Salzsäure; die Säure scheidet sich dann meist vollkommen rein aus.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die eben betrachtete Säure, welche zuerst von *Liebig* als ein selbstständiger Körper dargethan und *Hippursäure* genannt wurde, findet sich nicht blos im Harn der Pferde, sondern auch in dem aller pflanzenfressenden Säugethiere an Natron und Ammoniak gebunden.

1) *Fehling*, Ann. der Pharm. Bd. 28. S. 48.

Nach *Cap* und *Henry* ist sie in diesem Harn auch an Harnstoff gebunden, was jedoch unwahrscheinlich ist, da der Harn jener Thiere alkalisch ist, aber harnbenzoesaurer Harnstoff nicht neben kohlensaurem Natron bestehen kann; auch gelang es mir nicht, jenes Salz nach *Cap* und *Henry's* Methode aus dem Harne darzustellen.

Diese Säure ist aber auch im menschlichen Organismus gefunden worden; jedoch nur mit Bestimmtheit im Harn kleiner Kinder, wo sie früher für Benzoesäure gehalten worden war. Im Harn Diabetischer [1]) habe ich selbst sie öfter gefunden, und nach mir auch *Ambrosiano* und andere; sie ist darin jedoch nur in höchst geringer Menge enthalten. Trotz der vielfachsten Versuche konnte ich im Harne der nach 14tägigem Genusse von reinen Vegetabilien gelassen worden war, nicht einmal Spuren von dieser Säure entdecken, so dass ich von deren Abwesenheit vollkommen überzeugt bin.

Ursprung. Ihrem Vorkommen nach scheint die Harnbenzoesäure im Organismus der Herbivoren die Stelle der Harnsäure in dem der Cernivoren zu vertreten, und sich somit als reines Excretionsproduct darzustellen. Gleich dem Harnstoff und der Harnsäure können wir nicht umhin, auch ihre Entstehung ausserhalb der Nieren, d. h. an dem Orte des Umtausches der Nährstoffe, des Stoffwechsels selbst zu suchen.

Wir übergehen allerlei Muthmassungen, die sich etwa über die Entstehung der Harnbenzoesäure uns aufdrängen, und stellen nur folgende Thatsachen hin, die später bei fortgesetzten Beobachtungen bessern Aufschluss über die Entstehung der Harnsäure geben können.

Die Harnbenzoesäure enthält 7,8 % Stickstoff, während die Harnsäure 33,4 % davon enthält, deshalb ist es leicht zu erklären, warum jene Säure sich dort besonders findet, wo nur wenig Stickstoff auszuscheiden ist. Im Diabetes wird der Stickstoff meist auf anderm Wege als durch die Nieren entfernt; die wenigen Stickstoffäquivalente, die in der Säftemasse frei werden, reichen vielleicht nicht aus, um die stickstoffreiche Harnsäure zu bilden; dem kindlichen Organismus wird nur soviel stickstoffhaltiges Material

1) *Lehmann*, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 6. S. 114.

zugeführt, als ihm nothwendig ist; den Ueberschuss der aufgenommenen Milch stösst der Kindesmagen durch Erbrechen aus, daher letzteres auch nicht ein übles Symptom bei Kindern ist. Etwas ähnliches gilt von den pflanzenfressenden Thieren. Dem Organismus derselben wird auch kein überflüssiges stickstoffhaltiges Material zugeführt, welches, ohne in die feste Stoffmasse des Körpers übergegangen zu sein, zugleich mit den untauglich gewordenen, stickstoffigen Materien ausgeschieden werden müsste. Deshalb finden wir auch im Harn der Carnivoren, die keine überflüssige Nahrung zu sich nehmen, nur wenig Harnsäure.

Wir haben in dem Obigen wahrscheinlich zu machen gesucht, dass Harnstoff sich vorzugsweise aus Protein bilden möge; Harnstoff findet sich auch reichlich im Urin der Herbivoren; daher hat die Harnbenzoesäure wohl in andern stickstoffhaltigen Substanzen ihren Ursprung.

Sonderbar ist es, dass die Harnbenzoesäure, vorsichtig erhitzt, einen dem frischen Heu ganz ähnlichen Geruch (nach *Anthoxanthum odoratum*) entwickelt; kaum ist es glaublich, dass zwischen der Harnbenzoesäure und dem Arom des Heus ein Zusammenhang statt finde; doch unmöglich ist es nicht; man erinnre sich der Entstehung und der Verwandtschaft des Benzoyl- und Salicylwasserstoffs; ist doch unser allgemeinster Satz über den Chemismus im Thierkörper der, dass die Radicale in demselben nur selten Veränderungen erleiden; ganz dafür spricht auch die in andrer Hinsicht hieher gehörige Beobachtung *Wöhler's*, dass Benzoesäure, Hunden eingegeben, in deren Urin als Harnbenzoesäure wieder erscheint.

Harnzucker.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Der Harnzucker, welcher identisch mit dem gewöhnlichen Trauben- oder Krümelzucker ist, wird meist in warzenförmigen Conglomeraten oder blumenkohlartig gruppirten Blättchen erhalten; einzelne Tafeln und Blättchen fand ich nicht quadratisch (wie *Saussure)*, sondern rhombisch und durchsichtig; gewöhnlich ist er weiss, geruchlos, von süsslich mehligem Geschmacke, jedoch süsser als Milchzucker; er löst sich zweimal schwerer in Wasser als Rohrzucker, aber leichter als Milchzucker; in Alkohol löst er sich in geringer Menge, in Aether gar nicht auf; er ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben.

Wird Harnzucker bis wenige Grade unter 100° *erhitzt*, so fängt er schon an zusammenzusintern, schmilzt bei 100° und wird gelb; schon bei 104° verwandelt er sich in Caramel und entwickelt süsslichen Geruch, endlich schäumt er auf, bräunt sich, entwickelt stechende Dämpfe und hinterlässt eine voluminöse Kohle.

Mit *Hefe* oder *stickstoffhaltigen Körpern* versetzt, geht er sehr bald in die weinige Gährung über. Der diabetische Harn geht daher, wenn er Eiweiss enthält, sehr bald in die geistige Gährung über; ist derselbe dagegen stickstoffarm, so verwandelt er sich, wie der Rohrzucker, allmählig in Milchsäure, wie ich oben (S. 289) erwähnt und in einer Inauguraldissertation [1]) näher nachgewiesen habe.

Durch Digestion mit concentrirter *Salpetersäure* wird er unter Entwicklung von Stickstoffoxyd in Oxalsäure und Zuckersäure verwandelt, durch *Chlorgas* in Salzsäure und Zuckersäure; von *Arsensäure* wird er am Sonnenlichte geröthet und gebräunt; mit *Salzsäure* gekocht bildet er einen sauren Syrup; mit verdünn-

1) *Lehmann*, de urina diabetica Diss. inaug. Lips. 1835.

ter *Schwefelsäure* digerirt, bräunt sich seine Lösung nicht so bald, wie die des Rohrzuckers; erst beim Abdampfen bildet sich ein schwarzbrauner Rückstand; dagegen bräunt sich seine Lösung beim Kochen mit *Kali* sehr schnell und verbreitet den Geruch verbrennenden Zuckers; mit *Kalkwasser* lässt er sich dagegen mengen und abdampfen, ohne gebräunt zu werden; es entsteht eine syrupartige Verbindung, die bitter schmeckt und in Alkohol löslich ist; beim Kochen bräunt sich jedoch auch diese Lösung und setzt kohlensauren Kalk in Krystallen ab. *Kohlensaures Kupferoxyd* wird von seiner Lösung nicht aufgelöst, was beim Rohrzucker der Fall ist; dagegen wird das *basisch essigsaure Kupferoxyd* sehr leicht aufgelöst; diese Lösung ist grün, setzt aber nach dem Filtriren ein rothes Pulver ab, welches an der Luft sich nicht höher oxydirt und aus einer Verbindung von Kupferoxydul mit einer neuen Säure besteht.

Alkohol hält der aus spirituösen Lösungen krystallisirte Zucker hartnäckig zurück, und kann selbst durch Umkrystallisiren in Wasser nur schwer davon getrennt werden.

Der Harnzucker oder Krümelzucker ist besonders merkwürdig wegen seiner leicht krystallisirbaren *Verbindung mit Kochsalz.*

Sehr leicht scheidet sich diese Verbindung selbst aus dem diabetischen Harne aus, wenn man diesen mit Kochsalz sättigt und der Selbstverdunstung überlässt; ich habe auf diese Weise Krystalle von $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser erhalten; die Krystallform gehört dem unregelmässigen Systeme an, und erscheint meist in sechsseitigen Doppelpyramiden. Diese Krystalle sind hart, leicht pulverisirbar, von 1,5441 spec. Gewichte, durchscheinend, luftbeständig, von salzig süsslichem Geschmack, in 3,685 Th. kaltem Wasser löslich, in Alkohol schwerlöslich. Bei 100° sintert das Pulver dieser Krystalle etwas zusammen und verliert 4 $\frac{0}{0}$ Wasser; schnell bis 120° erhitzt schmelzen sie im Krystallwasser und bräunen sich erst bei + 160°.

Zusammensetzung. Die Identität des Harnzuckers und Krümelzuckers ist in neuerer Zeit wiederholt dargethan worden; gleichzeitig mit *Peligot*[1]) fanden Hr. Prof. *Erdmann*[2]) und ich

1) *Peligot*, Ann. de Ch. et de Ph. T. 66. p. 140.

2) *Erdmann* und *Lehmann*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 13. S. 113.

die Zusammensetzung des wasserfreien Harnzuckers im Mittel von mehrern Analysen

	gefunden	Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	6,705	1	6,65
Kohlenstoff	40,156	1	40,46
Sauerstoff	53,139	1	52,89

Im krystallisirten Zustande enthält er, wenn man sein Aequivalent $= H^{12} C^{12} O^{12} = 2266,99$ annimmt, 9,0 % oder 2 Aequiv. Wasser.

In der Kochsalzverbindung fand ich in 3 Analysen:

	1	2	3	Aequiv.	berechnet
Harnzucker	82,468	82,455	82,424	2	82,612
Wasser	4,205	4,212	4,239	2	4,081
Chlornatrium	13,327	13,333	13,337	1	13,307

Ganz übereinstimmend ist hiermit das Resultat von *Peligot's* [1]) Analysen. Es scheint demnach, als ob in jener Verbindung das Wasser des einen Aequivalents Zucker durch 1 Aequiv. Kochsalz vertreten würde; so dass die theoretische Formel jener Verbindung wäre $= H^{12} C^{12} O^{12}. 2 HO + H^{12} C^{12} O^{12}. Na Cl$.

Darstellung. Um aus dem diabetischen Harne den Zucker zu erhalten, versetzt man gewöhnlich den Harn mit basisch essigsaurem Bleioxyd, fällt aus der filtrirten Flüssigkeit das überschüssige Bleioxyd mit Schwefelwasserstoff, dampft ein, zieht mit Alkohol aus und lässt krystallisiren; allein nach dieser Methode enthält der Zucker immer essigsaure Salze; ich dampfte zu seiner Darstellung den Harn bis beinahe zur Syrupsdicke ein, bald früher, bald später verwandelte sich, sobald nur nicht zu stark eingedampft worden war, der ganze Rückstand in eine feste gelbweisse Masse; diese ward mit absolutem Alkohol ausgezogen, und der Rückstand nachher mit heissem Spiritus; der in letzterm gelöste Zucker wurde abfiltrirt, der Spiritus verdunstet und nun von Neuem etwas Wasser zugefügt, um aus diesem zu krystallisiren. Der Harnzucker wird so reiner als nach der gewöhnlichen Methode.

Um den Harnzucker chemisch rein zu erhalten, stellte ich

1) *Peligot,* Comptes rendus 1838. No. 8.

auf oben angegebene Weise die Kochsalzverbindung dar, erhielt dieselbe durch einmaliges Umkrystallisiren in wasserhellen Krystallen, löste diese in Wasser und fällte vorsichtig mit schwefelsaurem Silberoxyd; die vom Chlorsilber abfiltrirte Flüssigkeit ward abgedunstet und der Zucker chemisch rein durch Extraction mit Alkohol erhalten; nur muss er dann, um ihn vom anhaftenden Alkohol zu befreien, wiederholt in destillirtem Wasser umkrystallisirt werden.

Bouchardat[1]) hat auch im Diabetes insipidus Zucker gefunden, der aber nicht süss schmeckte, sich jedoch in seinen physischen und chemischen Eigenschaften, in seiner Zusammensetzung wie in seiner Gährungsfähigkeit dem sĂĽssschmeckenden Harnzucker glich; durch Digestion mit Säuren wurde der erstre in den letztern verwandelt.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Der Harnzucker findet sich nur im Harne solcher, die an *Diabetes mellitus* leiden, seine Menge ist darin höchst variabel; indessen findet er sich in grösster Menge nur darin, wenn er weder von Eiweiss, noch Harnstoff begleitet ist.

Es ist den Aerzten bekannt, wie häufig im Diabetes die Zufälle bald drohender, bald milder werden, wie sehr überhaupt der ganze Krankheitszustand wechselt; eben so variabel ist auch die Qualität des diabetischen Harns; bald findet man neben Harnzucker Harnstoff, ja auch Harnsäure im Urin und die Quantität des Zuckers mindert sich verhältnissmässig immer mehr, der Harn wird gelblich und wie gewöhnlich riechend; bald aber vergrössert sich die Menge des Zuckers; anstatt des Harnstoffs findet man Eiweiss im Harn, der Urin selbst ist trübe und blassgelblich; bald aber tritt wieder der Höhepunkt der Krankheit ein, die Haut ist pergamentartig, trocken, der Durst unersättlich, der Urin enthält weder Harnstoff noch Eiweiss, und ist sehr reich an Zucker. In einem solchen Culminationspunkte der Krankheit beobachtete ich das Verhalten des Urins 8 Tage lang, und fand, dass im Mittel täglich 3000 grm. eines 5% Zucker enthaltenden Harns ausgeleert wurden, so dass der Kranke täglich auf 150 grm. Zucker ausschied. Es sind mir jedoch Fälle vorgekommen, wo der Harn 7 bis 8% Zucker enthielt.

Im Blute Diabetischer ist der Zucker lange Zeit ohne Erfolg

1) *Bouchardat*, Revue médic. Juin. 1839. p. 321.

gesucht worden, bis *Ambrosiani* und *Rees*[1]) ihn in demselben darthaten; auch *Simon*[2]) und ich habe ihn wiederholt im Blute nach *Runge's* Methode nachgewiesen. Gegen Ende der Krankheit pflegt sich der Diabetes mit *Hydrops* zu verbinden; auch in dieser hydropischen Flüssigkeit erhielt ich beim Verdunsten der Flüssigkeit mit Schwefelsäure die von *Runge*[3]) angegebene Reaction (s. d. 2. Th.).

Ursprung. Um zunächst begreiflich zu finden, wie leicht sich aus organischen Substanzen und selbst aus stickstoffhaltigen Körpern Zucker erzeugen könne, mögen folgende aus der Pflanzenchemie entlehnte Thatsachen ins Gedächtniss zurückgerufen werden.

Schon *Kirchhoff* war es bekannt, dass man aus Stärkmehl, Gummi, Holzfaser und andern kohlenstoffreichen Pflanzensubstanzen durch Digestion mit verdünnter Schwefelsäure Krümelzucker erzeugen könne.

Payen und *Persoz* zeigten, dass beim Keimen des Getreides sich eine eigenthümliche stickstoffhaltige Substanz, *Diastase*, bilde, durch welche selbst die 200fachste Menge Stärkmehl in Zucker verwandelt werden könne.

Milchzucker und Rohrzucker verwandeln sich in Berührung mit organischen Säuren ebenfalls in Krümelzucker.

Krümelzucker findet sich nach *H. Rose* in allen sauersüssen Pflanzensäften; Rohrzucker dagegen nur in neutralen oder alkalischen Flüssigkeiten des Pflanzenreichs; in vielen Pflanzen findet sich nach *Osmin Hervy*[4]) Rohrzucker vor dem Reifen, Krümelzucker erst nach der Blüthe oder dem Reifen in den meisten Pflanzen. *H. Rose*[5]) hat jüngst bewiesen, dass der Rohrzucker, so wie der Milchzucker durch Hefe erst in Krümelzucker umgewandelt wird, ehe er in die weinige Gährung übergeht.

Wöhler und *Liebig* haben vor längerer Zeit schon dargethan, dass der krystallisirbare Stoff der bittern Mandeln, das *Amygdalin*, durch Berührung mit dem emulsiven Bestandtheil

1) *Rees*, Lond. med. Gaz. 1838. Vol. 1. p. 316.
2) *Simon*, med. Chemie Bd. 1. S. 179.
3) *Runge*, Pogg. Ann. Bd. 33. S. 431.
4) *Hervy*, Journ. de Pharm. 1841. p. 1.
5) *H. Rose*, Pogg. Ann. Bd. 36. S. 285.

der Mandeln in Blausäure, Ameisensäure, Bittermandelöl und in Zucker zerlegt werde.

Zwei in Weidenrinde und in der Wurzelrinde mehrerer Prunusarten gefundene Stoffe, die man sehr genauen und ausführlichen Untersuchungen unterworfen hat, *Salicin* und *Phlorrhizin*, sieht man nach *Liebig* 1) als zusammengesetzt, den einen aus Krümelzucker und einem harzartigen Körper, *Saliretin*, den andern aus Zucker und einem krystallisirbaren Stoffe, *Phloretin*, an; wenigstens liefern Salicin, so wie Phlorrhizin bei der Digestion mit Schwefelsäure nichts als Krümelzucker und einen der nahmhaft gemachten Stoffe, ohne dass die Schwefelsäure eine sichtbare Veränderung erleidet, und ohne dass ein andres Zersetzungsproduct auftritt.

Aus allen diesen Thatsachen geht hervor, wie leicht sich der Krümelzucker unter günstigen Bedingungen aus andern organischen Stoffen erzeugen kann, und wie oft seine Elemente in gehörigem Atomverhältniss in andern Stoffen vorliegen, oder in ihnen schon als Zucker präformirt enthalten sind. Es darf uns also nicht wundern, wenn wir auch im thierischen Organismus durch einen von dem gewöhnlichen Stoffwechsel im Thierkörper ganz verschiedenen Umwandlungs- und Zersetzungsprocess Zucker entstehen sehen. Nur eine Muthmassung ist es aber, wenn der geniale *Berzelius* 2) daraus, dass das Protein gleich dem Zucker mit Salzsäure Ameisensäure und Huminsäure, mit Salpetersäure aber Oxalsäure und Zuckersäure liefert, den Schluss zieht, das Protein möge bereits fertig gebildeten Zucker enthalten, und dieser im Diabetes nur von seinem stickstoffhaltigen Begleiter getrennt werden.

Wir dürfen diese von *Berzelius* selbst nur vorbehältlich späterer weiterer Beweise ausgesprochene Muthmassung nicht für Gewissheit nehmen; denn chemischer Seits wäre es dann wenigstens auffallend, dass aus Protein, wie aus obengenannten Stoffen, niemals Zucker erhalten worden ist, und von medicinischer Seite ebenso merkwürdig, dass gerade reine Fleischkost, wie *Dupuytren*, *Naumann* und die Mehrzahl der neuern Aerzte behaupten,

1) *Liebig*, Ann. de Pharm. Bd. 30. S. 185.
2) *Berzelius*, Jahresbericht. 1840. S. 655.

und wie ich selbst gesehen habe, den Diabetes nicht blos palliativ, sondern auch zuweilen radical heilt.

Wir wollen nun nicht zu der kaum zählbaren Menge von Hypothesen, welche die Aerzte über die Natur des Diabetes aufgestellt haben, eine neue hinzufügen, sondern nur noch einige Thatsachen anführen, welche vielleicht später einmal über die Entstehung des Zuckers im Diabetes mit Aufschluss zu geben und einige frühere Hypothesen als unrichtig zu erweisen im Stande sind.

Vogel[1]) und *Richter*[2]) suchten die Ursache der Krankheit in einem Leiden der Nieren, und glaubten, dass erst in den Nieren aus den gewöhnlichen, zu excernirenden Stoffen Zucker erzeugt werde. Diese Ansicht ist aber abgesehen von den pathologischen Gründen durchaus nicht haltbar; denn wir haben ja oben gesehen, dass der Zucker bereits im Blute vorkommt und dass überhaupt die Nieren sich mehr als Filtrationsorgan zeigen; auch ist dadurch weder erklärt, wie der Zucker entstehe, noch wo der Stickstoff hinkomme.

Dobson[3]) sucht die Zuckerbildung in einem Allgemeinleiden des thierischen Organismus, und glaubt, dass der Zucker in dem ganzen Circulationssysteme erzeugt werde; später supplirten andre zu dieser Ansicht die Entstehungsweise des Zuckers in der Art, dass sie annahmen, die wenigstens in den ersten Wegen überall sichtbare, grosse Menge freier Säure wirke, gleich der Schwefelsäure, zersetzend auf das leimgebende Gewebe und bilde Zucker und Ammoniak; allein seitdem hat man gefunden, dass der aus Leim erhaltene Zucker kein Krümelzucker, sondern eine stickstoffhaltige süssliche Substanz sei, und ich habe mehrmals diabetischen Harn im Höhepunkte der Krankheit untersucht, in dem sich nicht eine Spur eines Ammoniaksalzes nachweisen liess, während diese dann doch gerade in grösster Menge vorkommen sollten.

Rollo[4]), *Haase*[5]) und viele andre suchten, sich an die oben

1) *Vogel*, Praelect. acad. de cognosc. et cur. corp. hum. affectionibus.

2) *Richter*, spec. Therapie. Bd. 7. S. 118.

3) *Dobson*, Lond. medical observ.

4) *Rollo*, über die honigartige Harnruhr a. d. Engl. v. Jugler. Bd. 1. S. 176.

5) *Haase*, chronische Krankheiten. Bd. 3. S. 349.

erwähnten Thatsachen der Umwandlung des Stärkmehls u. s. w. anklammernd, die Quelle der Zuckerbildung schon in den ersten Wegen, indem sie annahmen, die im Magen und obern Theil des Darmkanals (reagirt doch der Speichel der Kranken schon sehr sauer) erwiesener Massen vermehrte Säure wandle die Pflanzensubstanzen in Zucker um, der sich dann bald durch die Nieren einen Ausweg bahne. Allein obgleich jeder chemischen und physicalischen Erklärungsweise meist zugethan, indem nur dadurch erst etwas wirklich erklärt wird, können wir doch nicht umhin, auch diese Ansicht für nicht gehörig motivirt zu halten. Denn abgesehen von dem allgemeinen Bilde jener Krankheit, welches nicht auf eine so einfache Ursache hindeutet, finden wir häufig bei mit Magenkrampf behafteten Menschen lange Zeit hindurch grosse Mengen freier Säure in den ersten Wegen, ohne dass Zucker im Urine gefunden würde; absichtlich habe ich bei solchen Kranken den Urin auf Zucker untersucht, aber nie die geringste Spur davon gefunden, selbst wenn die Patienten zucker- oder stärkmehlreiche Speisen genossen; ja wir haben in dem Obigen gesehen, dass selbst im normalen Zustande durch Speichel und Magensaft Stärkmehl in Zucker verwandelt werde. Die weitre Umwandlung des Zuckers muss demnach im gesunden Zustande noch an einem andern Orte geschehen, und dort im Diabetes diese Umwandlung verhindert sein.

Wir enthalten uns an diesem Orte aller weitern Betrachtungen über die Natur des Diabetes und die Entstehung des Zuckers, indem wir im zweiten Theile dieses Werks unter der allgemeinen Betrachtung des Urins wieder auf diesen Gegenstand zurückkommen werden. Dort werden wir die Veränderungen des Urins je nach dem Krankheitszustande etwas näher ins Auge fassen, und zugleich durch directe Experimente zu beweisen suchen, dass der Stickstoff im Diabetes mehr durch den Darmkanal als durch die Lungen entfernt wird; letzteres muss einen genauern Aufschluss über die Natur des Diabetes geben.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Cystin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper erscheint in farblosen, durchsichtigen, sechsseitigen Blättern oder Prismen, ist ohne Geruch und Geschmack, in Wasser und Alkohol unlöslich; in Säuren löst er sich auf und bildet damit meist krystallisirbare, salzartige Verbindungen, mit Essigsäure, Weinsäure und Citronensäure vereinigt sich dagegen das Cystin nicht; von Salpetersäure wird es zerstört, und hinterlässt beim Verdunsten der Flüssigkeit eine rothbraune Masse; in ätzenden und kohlensauren, fixen Alkalien wird es leicht aufgelöst, und bildet damit beim Abdampfen krystallisirbare Verbindungen. In Aetzammoniak löst es sich auf, verbindet sich aber gar nicht damit; von kohlensaurem Ammoniak wird es nicht einmal aufgelöst; demnach lässt es sich aus sauren Lösungen am besten durch kohlensaures Ammoniak, aus alkalischen am besten durch Essigsäure fällen.

Beim *Erhitzen* schmilzt das Cystin nicht, verbrennt aber mit blaugrüner Flamme unter Entwicklung eines ganz eigenthümlichen scharfen Geruches; bei der trocknen Destillation entwickelt es stinkendes Empyreuma mit Ammoniak und hinterlässt eine voluminöse, poröse Kohle.

Zusammensetzung. Das Cystin ist von *Prout*, *Baudrimont*, *Thaulow* [1]) und *Marchand* mit völlig übereinstimmenden Resultaten analysirt worden; es besteht aus

	Thaulow	Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	5,10	6	4,94
Kohlenstoff	30,01	6	30,31
Stickstoff	11,60	1	11,70
Schwefel	25,51	2	26,58
Sauerstoff	28,38	4	26,47

1) *Thaulow*, Ann. der Pharm. Bd. 27. S. 197.

Darstellung. Man erhält das Cystin aus den Harnsteinen, die aus ihm bestehen, durch Auflösen in Kalilauge und Fällen der heissen Flüssigkeit mit Essigsäure oder durch Auflösen in Aetzammoniak und langsames Verdunsten.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Cystin (früher *Cystic oxyde*, *Blasenoxyd* genannt) wurde von *Wollaston*[1]) entdeckt und ist später, wiewohl ziemlich selten, in den Blasensteinen von Menschen und Hunden gefunden worden. *Taylor* fand unter 129 Harnsteinen nur 2 cystinhaltige Steine, die eine ziemliche Grösse hatten. Uebrigens ist das Cystin auch an keinem andern Orte des thierischen Körpers entdeckt worden.

Ursprung. Ueber seine Entstehung lässt sich, da es sowohl an chemischen als pathologischen Momenten fehlt, natürlich gar nichts muthmassen. Besonders auffallend ist der reichliche Gehalt des Cystins an Schwefel; es lässt sich kaum entfernt muthmassen, wo der thierische Organismus eine solche Menge Schwefel hergenommen habe, um einen so schwefelreichen Körper zu erzeugen. Doch können wir hieraus von Neuem entnehmen, dass bei der retrograden Stoffmetamorphose im Thierkörper sich eben solche Stoffe und wahrscheinlich in ähnlicher Weise bilden können und müssen, wie wir in unsern Laboratorien Radicale und Elemente unter günstigen Bedingungen mit einander vereinigen und aus diesen wieder neue von den frühern ganz heterogene Körper erzeugen können; wir erinnern hier nur an das Sulphobenzid, Sulphonaphthalin und Sulphonaphthalid.

1) *Wollaston*, Schweig. Journ. Bd. 4. S. 193.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Fremd

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Lehmann, Carl Gotthelf,

Lehrbuch der physiologischen Chemie

Bd.: 1

Leipzig 1842

Chem. 199 u-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10073174-2